



**Rita Nunes Machado**

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

## **A embalagem de cartão na logística da indústria automóvel: um caso de estudo na Volkswagen Autoeuropa**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Doutora Ana Paula Ferreira Barroso, Professora Auxiliar,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de  
Lisboa

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Virgílio Cruz Machado

Arguente: Prof<sup>ª</sup>. Doutora Maria da Graça Martinho

Vogais: Prof<sup>ª</sup>. Doutora Ana Paula Ferreira Barroso

Eng<sup>o</sup> João Luís Segurado Cid Alves



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**setembro 2016**



## **A embalagem de cartão na logística da indústria automóvel: um caso de estudo na Volkswagen Autoeuropa**

Copyright © Rita Nunes Machado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Esta dissertação foi escrita de acordo com o novo acordo ortográfico.

Esta dissertação foi impressa em papel reciclado.



*À minha Mãe, por tudo!*



«A vida é como uma câmara. Foque no que é importante, capture bons momentos, desenvolva a vida a partir de negativos. E, se as coisas não derem certo, tire outra foto.»

Autor desconhecido





## AGRADECIMENTOS

---

Às professoras Ana Barroso e Virgínia Machado, orientadora e coorientadora desta dissertação, pela disponibilidade e apoio ao longo de todo o desenrolar do trabalho.

Ao João Alves, orientador na empresa, pelo apoio, acompanhamento e excelente oportunidade de colaborar com uma empresa como a Volkswagen Autoeuropa.

A todos os colegas do Planeamento Logístico pela receptividade com que me acolheram, pelo esforço efetuado por todos, de modo a colaborarem neste projeto, pela ajuda, partilha de conhecimentos e disponibilização de informações. Um agradecimento em especial à Quirina e à Celina por toda a amizade e conselhos que me deram ao longo destes seis meses, um apoio imprescindível na execução deste trabalho.

Aos restantes colaboradores da Volkswagen Autoeuropa que contribuíram para a realização deste estudo, através do esclarecimento de dúvidas ou da partilha de informações.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo contributo para o meu crescimento pessoal e académico, bem como por todo o apoio e carinho com que sempre me trataram.

Às minhas amigas, Rita Sardinha, Isabel Lopes e Teresa Relvas por todos os incentivos, amizade e momentos por que passámos ao longo do meu percurso académico.

Ao Rui, por sempre ter confiado e me fazer acreditar em mim. Pelo seu apoio e paciência demonstrados nestes últimos seis meses.

Ao meu pai, pela dedicação, motivação e partilha ao longo desta dissertação.

Por último, à minha mãe, porque sem ela, nada disto seria possível!

A todos, os meus maiores agradecimentos!



Atualmente, uma logística eficiente é um meio para as organizações terem vantagens competitivas, através da redução dos custos e aumento do nível de serviço prestado ao cliente. Com a globalização da economia, a concorrência é cada vez maior, sendo importante a gestão eficiente da cadeia de abastecimento.

Esta dissertação, desenvolvida na área do Planeamento Logístico da Volkswagen Autoeuropa (VW AE), tem como principal objetivo a redução dos custos logísticos associados à cadeia de abastecimento, nomeadamente custos de transporte, de aluguer de embalagens, armazenagem e movimentação, substituindo as embalagens atuais, de metal e plástico, que têm de retornar ao fornecedor, por embalagens de cartão, sem necessidade de retorno.

Tratando-se do primeiro estudo, em detalhe, efetuado no âmbito supramencionado, foi necessário, começar por uma análise das diferentes peças que são transportadas, de modo a identificar as de maior potencial de poupança. Foi proposta a alteração das embalagens de dois tipos de peças, uma embalagem de esferovite e outra de metal, com vista à redução dos custos.

Um dos tipos de peças é de pequeno porte, de um fornecedor situado na Alemanha e abastecida numa embalagem especial, que tem de retornar ao seu fornecedor. A alteração de embalagem proposta, implica uma redução de 48 por cento no custo de transporte, 25 por cento no custo de movimentação e 50 por cento nas emissões de CO<sub>2</sub>. Para a outra peça, cujo fornecedor está localizado na Hungria, os resultados da alteração de embalagem proposta, permitem reduções de 13 por cento no custo de transporte, 32 por cento no custo de armazenagem, 43 por cento no custo de movimentação e 50 por cento nas emissões de CO<sub>2</sub>, equivalente para os veículos de transporte.

Por último, foi desenvolvido um modelo, em folha de cálculo, com o objetivo de facilitar futuras análises dos custos de transporte e aluguer de embalagens, indicando, também, qual é o custo máximo para a embalagem de cartão, de modo a verificarem-se reduções de custos.

**Palavras-chave:** indústria automóvel, logística, embalagem de cartão, custos logísticos



Currently, an efficient logistics is a means for the organizations to obtain competitive advantages through the reduction of costs and improvement on the level of customer service. With the economy globalization, competition is increasing all the time, and an efficient management of the supply chain is very important.

This dissertation, developed in the area of Logistics Planning at Volkswagen Autoeuropa (VW AE), has the main objective of reducing the logistics costs associated to the supply chain, namely, the transport, renting, warehousing and handling costs, by replacing the current packaging, metal and plastic, which have to be returned to the supplier, by cardboard boxes, with no need to return.

Given that this is the first detailed study in the above mentioned area, it was necessary to start by analyzing the different existing parts that are transported, in order to identify those with the highest savings potential. In order to reduce costs, the replacement of the packaging of two parts was proposed, namely, polystyrene packaging and the metal one.

One of the parts is of small size, from a supplier located in Germany and supplied in a special packaging, that has to be returned to its supplier. The proposed packaging substitution implies a reduction of 48 per cent in transport costs, 25 per cent in handling costs, and 50 per cent in CO<sub>2</sub> emissions reduction. The other part, whose supplier is located in Hungary, the results of the proposed packaging replacement are a reduction of 13 per cent in transport costs, 32 per cent in warehousing costs, 43 per cent in handling costs, and 50 per cent in CO<sub>2</sub> emissions reduction, similar to the vehicles transports.

A model was also developed in a spread sheet, with the objective of facilitating future analysis of the packaging transportation and renting costs, and that also determines the maximum cost for the cardboard box allowed to obtain a cost reduction.

**Key words:** automotive industry, logistics, cardboard packaging, logistics costs



1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento e justificação do tema.....	1
1.2	Objetivos .....	2
1.3	Metodologia .....	3
1.4	Estrutura da dissertação.....	3
2	Logística, Logística Inversa e Logística Verde .....	5
2.1.	Logística.....	5
2.1.1	Evolução e definição .....	5
2.1.2	Atividades logísticas .....	6
2.1.3	Estratégia logística .....	11
2.1.4	Custos logísticos.....	12
2.2	Logística inversa .....	15
2.2.1	Definição .....	15
2.2.2	Vantagens .....	16
2.2.3	Obstáculos .....	18
2.3	Logística verde .....	20
2.3.1	Definição .....	20
2.3.2	Vantagens .....	21
2.3.3	Obstáculos .....	22
2.4	Síntese do capítulo .....	23
3	A embalagem no transporte e na armazenagem .....	25
3.1	Embalagens .....	25
3.1.1	Funções e importância.....	25
3.1.2	Benefícios.....	27
3.1.3	Desvantagens.....	27
3.1.4	Problemas associados às embalagens na indústria automóvel .....	28
3.1.5	Materiais.....	29

3.1.6	Embalagens retornáveis.....	35
3.1.7	Custos.....	38
3.2	Transportes.....	38
3.2.1	O papel dos transportes na logística .....	38
3.2.2	Modos e caraterísticas do transporte .....	40
3.2.3	Aspetos ambientais.....	45
3.2.4	Custos.....	46
3.3	Armazenagem.....	47
3.3.1	Missão do armazém.....	48
3.3.2	Operações de armazenagem .....	50
3.3.3	Movimentações .....	51
3.3.4	Modelos de armazenagem.....	53
3.3.5	Custos.....	55
3.4	Síntese do capítulo .....	56
4	Descrição do caso de estudo.....	57
4.1	Volkswagen Autoeuropa.....	57
4.1.1	Missão .....	58
4.1.2	Cadeia de Abastecimento .....	58
4.2	Fornecedores .....	59
4.2.1	Caraterização dos fornecedores.....	60
4.2.2	Critérios de seleção de fornecedores .....	61
4.3	Transportes.....	62
4.3.1	Modos de Transporte.....	62
4.3.2	Tipos de aprovisionamento .....	63
4.4	Armazenagem.....	64
4.5	Custos logísticos.....	65
4.6	Embalagens .....	67
4.6.1	Receção de embalagens.....	68
4.6.2	Fluxo interno das embalagens .....	69
4.6.3	Tipos de embalagens .....	70



4.6.4	Embalagens de cartão.....	72
4.7	Peças.....	75
4.7.1	Análise e seleção das peças para o caso de estudo.....	76
4.7.2	Características das peças selecionadas .....	80
4.7.3	Custos de transporte das peças .....	81
4.7.4	Custos de aluguer das embalagens .....	85
4.7.5	Armazenagem das peças .....	86
4.7.6	Movimentação das peças.....	89
4.7.7	Emissões de CO <sub>2</sub> resultantes do transporte .....	90
4.8	Síntese do capítulo .....	90
5	Propostas de melhoria .....	93
5.1	Proposta 1: Embalagem de cartão para a peça número 3 .....	93
5.1.1	Análise do custo de transporte.....	93
5.1.2	Análise do custo de <i>BPrice</i> .....	95
5.1.3	Análise à armazenagem.....	97
5.1.4	Análise à movimentação .....	98
5.1.5	Teste da embalagem de cartão.....	99
5.1.6	Emissões de CO <sub>2</sub> resultantes do transporte .....	100
5.1.7	Análise comparativa das duas embalagens .....	101
5.2	Proposta 2: Embalagem de cartão para a peça número 4 .....	103
5.2.1	Análise do custo de transporte.....	103
5.2.2	Análise do custo de <i>BPrice</i> .....	105
5.2.3	Análise à armazenagem.....	105
5.2.4	Análise à movimentação .....	107
5.2.5	Teste da embalagem de cartão.....	108
5.2.6	Emissões de CO <sub>2</sub> resultantes do transporte .....	109
5.2.7	Análise comparativa das duas embalagens .....	109
5.3	Proposta de modelo para o cálculo dos custos de transporte e embalagem .....	112
5.4	Síntese do capítulo .....	118
6	Conclusões e propostas para o futuro.....	119

6.1	Conclusões .....	119
6.2	Propostas para o futuro.....	122
	Referências Bibliográficas .....	125
	Anexos.....	133
	Anexo I.....	133
	Anexo II. ....	134

Figura 2.1 - Evolução do conceito logístico.....	7
Figura 2.2 - Fluxos logísticos.....	8
Figura 2.3 - Atividades logísticas primárias e de suporte. ....	9
Figura 2.4 - Evolução dos custos logísticos na Europa (percentagem dos proveitos).....	13
Figura 2.5 - Logística verde como elemento de desenvolvimento de sustentabilidade. ....	21
Figura 2.6 - Fatores gerais que afetam a logística verde.....	23
Figura 3.1 - Percentagem de utilização do material das embalagens. ....	29
Figura 3.2 - Tipos de cartão. ....	34
Figura 3.3 - Exemplos de embalagens duráveis reutilizáveis.....	35
Figura 3.4 – Percentagem do custo logístico total.....	40
Figura 3.5 - Histórico das emissões de CO2 no setor dos transportes. ....	46
Figura 3.6 - Modos de transporte e custos totais.....	46
Figura 3.7 – Atividades da armazenagem e seu fluxo.....	50
Figura 3.8 - Peso de cada atividade para os custos totais de um armazém. ....	51
Figura 3.9 - Modelo dos fatores que afetam a atividade de movimentação. ....	53
Figura 4.1- Volkswagen Autoeuropa ao longo do tempo. ....	58
Figura 4.2- Cadeia de abastecimento da VW AE.....	59
Figura 4.3 – Variação da percentagem de exportação por país em 2014 relativamente a 2013..	59
Figura 4.4 – Localização das fábricas do Grupo Volkswagen. ....	60
Figura 4.5 - Localização dos principais fornecedores da VW AE. ....	60
Figura 4.6- Percentagem de utilização dos modos de transporte na VW AE.....	62
Figura 4.7- Percentagem dos tipos de distribuição existentes na VW AE. ....	64
Figura 4.8 – Exemplos dos tipos de relações de distribuição na VW AE.....	64
Figura 4.9 – Armazém LOZ da VW AE. ....	65
Figura 4.10 - Composição dos custos logísticos na VW AE.....	65
Figura 4.11 – Composição do custo total da peça.....	67
Figura 4.12 - Processo logístico desde a receção das peças até ao envio das embalagens vazias	68
Figura 4.13 - Exemplo de uma embalagem universal do tipo GLT. ....	70
Figura 4.14 - Exemplo de uma embalagem universal do tipo KLT. ....	70
Figura 4.15 – Taxa de retorno de embalagens do tipo universal.....	71
Figura 4.16 – Taxa de retorno de embalagens do tipo especial.....	72
Figura 4.17 - Ciclo de vida das embalagens de cartão na VW AE .....	73
Figura 4.18 – Centro de triagem de resíduos não perigosos.....	73
Figura 4.19 – Número de danos nas embalagens da VW AE entre 2014 e 2016.....	74

Figura 4.20 - Exemplos de danos nas embalagens de cartão. ....	74
Figura 4.21 - Exemplos de danos nas embalagens duráveis. ....	75
Figura 4.22 - Análise do número de tipo de peças acondicionadas em embalagens especiais ...	77
Figura 4.23 - Análise do número de tipos de peças que são de longa distância.....	77
Figura 4.24 - Análise do número de tipo de peças com custo elevado de outbound.....	77
Figura 4.25 – Análise comparativa por grupo de peça.....	78
Figura 4.26 – Curva da análise ABC.....	80
Figura 5.1 - Site Manutan: preços de embalagens de cartão .....	96
Figura 5.2 – Embalagens atual e de cartão da peça número 3.....	99
Figura 6.1 – Comparação das percentagens de redução nos diferentes impactes para as duas peças .....	121
Figura. I.1- Exemplo da folha de aceitação da embalagem para a peça número 3.....	133

## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 2.1 - Benefícios da logística verde. ....	22
Tabela 3.1 - Diferentes funções das embalagens. ....	26
Tabela 3.2 - Vantagens e desvantagens dos diversos materiais. ....	35
Tabela 3.3 - Vantagens e desvantagens do modo aéreo. ....	41
Tabela 3.4 - Vantagens e desvantagens do modo rodoviário. ....	42
Tabela 3.5 - Vantagens e desvantagens do modo ferroviário.....	43
Tabela 3.6 - Vantagens e desvantagens do modo marítimo. ....	44
Tabela 3.7 - Vantagens e desvantagens do modo pipeline.....	45
Tabela 4.1 - Análise ABC relativa aos custos de transporte e aluguer de embalagem atuais ....	79
Tabela 4.2 - Características das peças seleccionadas.....	81
Tabela 4.3 – Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte I).....	82
Tabela 4.4 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte II) .....	82
Tabela 4.5 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte III) .....	82
Tabela 4.6 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte IV).....	82
Tabela 4.7 – Número de peças e embalagens anuais da peça número 3 .....	82
Tabela 4.8 – Volume da paleta e peso da embalagem, em inbound e outbound da peça número 3 .....	83
Tabela 4.9 – Valores de inbound para a peça número 3.....	83
Tabela 4.10 – Valores de outbound para a peça número 3.....	83
Tabela 4.11 – Custos de inbound da peça número 3 .....	84
Tabela 4.12 – Custos de outbound da peça número 3 .....	84
Tabela 4.13 – Custos totais da peça número 3 .....	85
Tabela 4.14 – Custos totais da peça número 4 .....	85
Tabela 4.15 – Custos de transporte das peças seleccionadas .....	85
Tabela 4.16 – Custos de aluguer da embalagem da peça número 3 .....	86
Tabela 4.17 – Custos de aluguer das embalagens das peças seleccionadas .....	86

Tabela 4.18 – Dados necessários para o cálculo dos custos de armazenagem das peças selecionadas.....	87
Tabela 4.19 – Dados das movimentação das peças selecionadas.....	89
Tabela 4.20 – Quantidade de emissões de Co <sub>2</sub> por km no transporte das peças selecionadas e equivalência em resmas de papel .....	90
Tabela 5.1 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte I) .....	93
Tabela 5.2 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte II).....	93
Tabela 5.3 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte III) .....	94
Tabela 5.4 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte IV) .....	94
Tabela 5.5 – Número de peças e embalagens anuais da peça número 3, em embalagem de cartão .....	94
Tabela 5.6 – Custos de inbound da peça número 3, em embalagem de cartão .....	94
Tabela 5.7 – Custos de outbound da peça número 3, em embalagem de cartão .....	95
Tabela 5.8 – Custos totais da peça número 3, em embalagem de cartão .....	95
Tabela 5.9 – Custos estimados das embalagens de cartão, por categoria.....	96
Tabela 5.10 – Custo estimado do BPrice para a peça número 3 .....	96
Tabela 5.11 - Dados relativos à armazenagem da embalagem de cartão da peça número 3 .....	97
Tabela 5.12 – Cálculo das movimentações da peça número 3, em embalagem de cartão .....	98
Tabela 5.13 - Quantidade de CO <sub>2</sub> emitida por km no transporte da peça número 3 em embalagem de cartão e equivalência de folhas em resmas de papel A4.....	100
Tabela 5.14 - Análise comparativa de vários fatores da embalagem da peça número 3 .....	101
Tabela 5.15 – Análise comparativa dos custos de transporte e de aluguer de embalagem da peça número 3.....	102
Tabela 5.16 - Resumo das reduções, em percentagem, conseguidas com a utilização da embalagem de cartão para a peça número 3.....	103
Tabela 5.17 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte I) .....	103
Tabela 5.18 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte II).....	104
Tabela 5.19 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte III) .....	104
Tabela 5.20 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte IV) .....	104

Tabela 5.21 - Número de peças e embalagens anuais da peça número 4, em embalagem de cartão .....	104
Tabela 5.22 - Custos totais da peça número 4 em embalagem de cartão .....	105
Tabela 5.23 - Custo estimado do BPrice para a peça número 4 .....	105
Tabela 5.24 - Dados relativos à armazenagem da embalagem de cartão da peça número 4 .....	106
Tabela 5.25 – Cálculo das movimentações da peça número 4, em embalagem de cartão .....	107
Tabela 5.26 - Quantidade de CO <sub>2</sub> emitida por km no transporte da peça número 4 em embalagem de cartão e equivalência de remas de papel A4.....	109
Tabela 5.27 - Análise comparativa de vários fatores da peça número 4 .....	110
Tabela 5.28 - Análise comparativa dos custos de transporte e de aluguer de embalagem da peça número 4.....	111
Tabela 5.29 - Resumo das reduções, em percentagem, conseguidas com a utilização da embalagem de cartão para a peça número 4.....	112
Tabela 5.30- Mensagem de erro no modelo .....	113
Tabela 5.31 – Exemplo dos primeiros dados inseridos na base de dados, para a peça número 3 .....	113
Tabela 5.32 - Exemplo da seleção do tipo de embalagem, para a peça número 3 .....	114
Tabela 5.33 - Exemplo da divisão de categorias para embalagem universal .....	114
Tabela 5.34 – Exemplo dos restantes dados necessários para os cálculos, para a peça número 3 .....	114
Tabela 5.35 – Exemplo dos custos de aluguer de embalagem para a peça número 3 .....	115
Tabela 5.36 - Parte da tabela relativa às embalagens e seus custos de aluguer diários.....	116
Tabela 5.37 - Parte da tabela relativa aos dias de aluguer por país .....	116
Tabela 5.38 – Exemplos dos custos de embalagem e BPrice para a peça número 3.....	116
Tabela 5.39 – Exemplos dos custos de transporte da peça número 3.....	117
Tabela 5.40 – Exemplo do custo máximo de embalagem de cartão, para a peça número 3 .....	118
Tabela 5.41 - Exemplo do custo máximo da embalagem de cartão, para a peça número 4 .....	118
Tabela. II.1 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte I) .....	134
Tabela. II.2 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte II).....	134
Tabela. II.3 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte III) .....	134





## LISTA DE ABREVIATURAS

---

3PL – *Third Party Logistics*

AC - Armazém Central

BFIFO – *Batch First In First Out*

CA – Cadeia de Abastecimento

CMR – *Carriage Merchandise Route*

FIFO – *First In First Out*

FTL – *Full Truck Load*

GLT - *Großladungsträger*

GTL – *Global Transport Label*

GT – *Global Transport*

JIT – *Just In Time*

KLT - *Kleinladungsträger*

LI – Logística Inversa

LIFO – *Last In First Out*

LOZ – *Logistikoptimierungszentrum*

LTL – *Less than Truck Load*

LV – Logística Verde

MPV - *Multi Purpose Vehicle*

MRP – *Materials Requirements Planning*

RFID – *Radio Frequency Identification*

RORO – *Roll On Roll Off*

TCC – *Traffic Control Center*

VW AE – Volkswagen Autoeuropa



# 1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo pretende contextualizar o âmbito do projeto realizado, apresentando os seus objetivos e a metodologia utilizada de forma a atingi-los. É também apresentada a estrutura da dissertação para um melhor entendimento da mesma.

## 1.1 ENQUADRAMENTO E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA

Vive-se uma época de globalização e o mercado é cada vez mais competitivo. As empresas devem estar atentas às expectativas dos seus clientes para conquistarem espaço no seu mercado, com produtos e serviços de qualidade, cumprindo prazos e aumentando as margens de lucro. A logística é um dos fatores importantes para essas conquistas de mercado. Uma logística eficaz e eficiente traz resultados positivos para a organização (Mara, 2013).

Para obter resultados positivos na logística, uma das vias é a redução dos custos. Os principais custos logísticos são aqueles que decorrem do serviço ao cliente, transporte, armazenagem, informação e processamento de encomendas, tamanho dos lotes e posse das existências (Lambert, Stock e Ellram, 1998, p. 21).

Para além da logística direta, do fornecedor para o cliente, a Logística Inversa (LI) tornou-se um tópico importante desde a década de 1990. Independentemente do tipo de produto ou da natureza da indústria, as atividades inversas do fluxo do produto ao longo das cadeias de abastecimento tornaram-se processos necessários para as organizações (Daugherty *et al.*, 2001, cit. por Chan, Chan e Jain, 2012, p. 2).

Os benefícios associados à proteção do ambiente e sustentabilidade dos materiais, por exemplo, têm aumentado a relação entre a LI e a Logística Verde (LV) (Bowen *et al.*, 2001, cit. por Chan, Chan e Jain, 2012, p. 3). O crescimento da consciência ambiental tem impulsionado a realização de esforços para encontrar soluções eficientes e económicas para reduzir as emissões dos gases com efeito de estufa (Jedliński, 2014, p. 102).

Em 2014, por exemplo, 70 por cento do cartão mundial era reciclado (Visually, 2014). O cartão foi inventado na China, no Século XVII. Foram, no entanto, os ingleses que criaram a primeira embalagem de cartão comercial, em 1817. Na década de 1870, começou a utilizar-se o cartão canelado para embalar copos de vidro, durante o transporte. O americano, Robert Gair produziu, em 1879, pela primeira vez, uma embalagem de cartão eficiente. Esta embalagem, cortada e vincada à máquina, podia ser armazenada plana e ser facilmente dobrada para utilização. Desde aí, as embalagens de cartão foram-se tornando cada vez mais fortes, leves, económicas e recicláveis (The Strong, 2005).

As embalagens de cartão são também usadas na VW AE, uma das fábricas de produção do Grupo Volkswagen, de origem alemã. A VW AE tem como valores estabelecidos a criação de valor, inovação e responsabilidade. Preocupa-se com o ambiente e o princípio da sustentabilidade (Volkswagen, 2013). Segundo a *Logistics Business Manager* da VW AE (2015), a logística é um elo vital de ligação com o exterior no processo de aquisição de materiais, necessários ao êxito dos produtos da VW AE. É uma missão sensível e de grande responsabilidade, que é assumida com todo o empenho por todos e cada um dos colaboradores da VW AE. São compromissos da área de logística: a transparência da cadeia de abastecimento (CA); a redução de custos e tempos de entrega; e a sustentabilidade das parcerias com clientes e fornecedores.

Neste cenário, torna-se imprescindível que qualquer entidade a operar na área da logística seja capaz de lidar com novos desafios e inovações, de forma a minimizar o impacto desses fatores nos custos de operação e nas consequências a nível ambiental.

Na VW AE já foi possível alcançar uma poupança total de 119 mil euros anuais, substituindo, em três casos, embalagens retornáveis por embalagens de cartão, não retornáveis. Face a estes resultados, foi proposta a realização de um estudo detalhado dos custos logísticos resultantes da substituição de embalagens retornáveis por embalagens de cartão.

## 1.2 OBJETIVOS

Esta dissertação tem como principal objetivo o estudo da redução de custos associados à cadeia logística da VW AE, nomeadamente, custos de transporte, de aluguer de embalagens, de armazenagem e os custos logísticos internos (movimentação de materiais), utilizando embalagens de cartão.

A análise de custos é feita a partir de dados reais, disponibilizados pelos responsáveis das áreas relacionadas com a logística da empresa.

É também objetivo deste trabalho, a redução da utilização de recursos, resultante, por exemplo, da redução do número de movimentações, tornando os processos mais eficientes e eficazes.

Ao serem utilizadas embalagens de cartão, devem ser tidas em conta todas as suas potencialidades, sem descurar a normalização já existente. Estas embalagens devem ter uma boa usabilidade, de forma a tornar a sua utilização prática, simples e intuitiva. As embalagens devem ter medidas normalizadas, para serem compatíveis com os equipamentos existentes nas fábricas e para não originarem custos extras.

A utilização de embalagens de cartão e a diminuição do número de movimentações, para além da redução de custos, também implicam uma redução nas emissões de CO<sub>2</sub>, equivalente pelos veículos de transporte, tornando os processos mais sustentáveis, uma vez que o cartão é reciclável, reutilizável e biodegradável.

Assim, pretende-se desenvolver um modelo que, em função das variáveis inerentes ao sistema, tais como, por exemplo, a distância, peso, volume e movimentações, permita determinar a viabilidade da utilização de embalagens de cartão.

### 1.3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos desta dissertação, foi necessário recolher todas as informações/dados imprescindíveis para o desenvolvimento do trabalho. Assim sendo, fizeram-se vários *brainstormings* com as pessoas responsáveis por cada área relevante para o estudo, tal como, responsável pelos custos logísticos, de transporte, de cada área da linha de montagem, entre outros, de modo a apurar quais os dados mais pertinentes e quais as pessoas a contactar. Após a recolha das informações, estas foram vistas em conjunto, numa primeira análise global.

Em seguida, procurou-se identificar oportunidades de melhoria e formular propostas para a concretização deste projeto. Estas propostas foram analisadas pela gestão responsável do planeamento logístico, tendo sido definidas, posteriormente, as ações prioritárias.

Identificadas as ações prioritárias, os fornecedores foram contactados e os custos analisados detalhadamente. Por fim, foi criado um modelo numa folha de cálculo, contendo os principais *inputs*, tais como tamanho e características das embalagens e peças, de forma a obterem-se os resultados desejados, o custo total de transporte e de aluguer de embalagem, para cada tipo de embalagem, atual e de cartão. Com estes resultados foi possível verificar quais as soluções que levavam a uma redução dos custos.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos.

O primeiro capítulo - **Introdução**, é dedicado ao enquadramento e importância do tema escolhido, definição dos objetivos e metodologia utilizada.

No segundo capítulo - **Logística, logística inversa e logística verde**, é apresentada a revisão da literatura relativa aos vários tipos de logística, bem como as vantagens e obstáculos de

cada tipo. Neste capítulo são apresentados conceitos relevantes da logística e das suas diversas atividades.

No terceiro capítulo - **A embalagem no transporte e na armazenagem**, são abordados temas relativos: à importância da embalagem e suas funções, com maior ênfase nas embalagens de cartão; e ao transporte e armazenagem das embalagens.

No quarto capítulo - **Descrição do caso de estudo**, descreve-se o sistema e o seu funcionamento, antes das novas práticas serem implementadas, assim como as oportunidades de melhoria.

No quinto capítulo, apresentam-se as **Propostas de melhoria**, a sua forma de implementação e respetivos resultados.

Por último, o sexto capítulo contém as **Conclusões e propostas para o futuro**, que resultam da análise dos resultados obtidos.

## 2 LOGÍSTICA, LOGÍSTICA INVERSA E LOGÍSTICA VERDE

Neste capítulo é apresentada uma revisão da literatura sobre logística, conceitos relevantes, as suas diversas atividades, estratégias e custos. São, também, apresentadas a logística inversa e a logística verde, dada a sua relevância para este trabalho, bem como as vantagens e obstáculos de cada uma.

### 2.1. LOGÍSTICA

#### 2.1.1 Evolução e definição

Durante muitos anos, a logística foi sempre uma questão relacionada com a guerra. Quem ganhava as guerras eram os exércitos que tinham um planeamento estratégico logístico. Esta foi uma boa inspiração para o ambiente empresarial dos dias de hoje. A partir do início dos anos 60, muitos fatores, tais como as tecnologias de informação, pressões da concorrência, globalização ou vantagem lucrativa, contribuíram para o crescimento da ciência logística, tal como a conhecemos hoje (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 34).

A logística, hoje, é mais do que distribuição física. É mais do que a simples gestão de materiais. É mais do que o simples (re)abastecimento. É tudo isso, mais informação, integrando, numa rede, os fluxos físicos e informacionais (Carvalho, 2002, p. 31).

A Figura 2.1 ilustra a evolução do conceito de logística. Nesta figura, Rangel (2012, p. 2) refere que a primeira referência ao conceito de logística ocorreu em 1898, embora outros autores, por exemplo Carvalho (2002, p. 20), mencionem datas anteriores. Em 1916 surge o camião com reboque. O conceito de produção em massa para obter economias de escala data de 1927. Em 1952 é inventado o código de barras. Em 1956 surgem os contentores para transporte. Em 1961 é desenvolvida, na IBM, a primeira versão do *Materials Requirements Planning* (MRP). A publicação dos primeiros trabalhos sobre a relação cliente/fornecedor data de 1969 e a logística inversa de 1971. Em 1985 surgem as primeiras análises da CA aplicadas à indústria e o desenvolvimento do conceito de *Third Party Logistics* (3PL). O conceito de *Lean Manufacturing* baseado no sistema *Just in Time* (JIT) de produção da Toyota é de 1988. A abordagem de Hammer e Champy à reengenharia é de 1993. Os sistemas de financiamento associados à cadeia de distribuição são de 2000. A primeira versão de logística verde é de 2001. Em 2012 é introduzido o tema da segurança da CA global.

A expansão da competição global, as novas tecnologias e a melhoria das comunicações têm feito com que as expectativas de satisfação dos clientes aumentem relativamente aos produtos ou serviços que adquirem. Estas alterações têm, nos últimos anos, representado, para muitas empresas industriais e de serviços, verdadeiros desafios para melhorarem a

satisfação dos seus clientes e a qualidade dos seus produtos e serviços. Confrontadas com esses desafios, as empresas, em todo o mundo, procuram formas de reduzir os custos, melhorar a qualidade e satisfazer as exigências crescentes dos seus clientes. Para esse efeito, muitas empresas identificaram a logística como uma área que lhes permite obter vantagens de custos e serviços. Assim, a logística é utilizada para atingir o melhor nível de serviço ao cliente, com os menores custos possíveis, garantindo a qualidade e com flexibilidade, face às constantes mudanças no mercado. A logística é uma função diversificada e dinâmica, que se tem de adaptar às restrições e exigências que lhe são impostas (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 35).

Os processos logísticos têm cada vez mais importância, devida a vários fatores (Czajkowska e Stasiak-Betlejewska, 2015, p. 226):

- Globalização da produção e economia;
- Crescimento da importância do setor dos serviços;
- Aumento da importância da reciclagem;
- Diminuição do ciclo de vida do produto;
- Avanço tecnológico no setor dos transportes;
- Aumento da inovação nos processos de abastecimento, produção e distribuição;
- Desenvolvimento de empresas de transportes que formam uma rede global de fornecimento e distribuição;
- Aumento da competição;
- Aumento das exigências dos clientes.

Pela definição do Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2013), logística é o processo de planeamento, implementação e procedimentos de controlo para o transporte e armazenagem eficiente e eficaz de produtos incluindo serviços e da informação relacionada desde o ponto de origem ao ponto de consumo, com a finalidade de satisfazer os requisitos dos clientes. Esta definição inclui as movimentações para, de, internas e externas.

Segundo Carvalho (2002, p. 29), logística é um sistema de atividades integradas através do qual fluem produtos e informação, desde a origem ao ponto de consumo, isto é, um sistema que responda no tempo certo, com a quantidade certa, ligando os locais mais apropriados.

### 2.1.2 Atividades logísticas

Uma visão amplamente aceite da logística mostra a seguinte relação (Rushton, Oxley e Croucher, 2000, cit. por Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 35):

$$\textbf{Logística} = \text{Abastecimento} + \text{Gestão de Materiais} + \text{Distribuição}$$



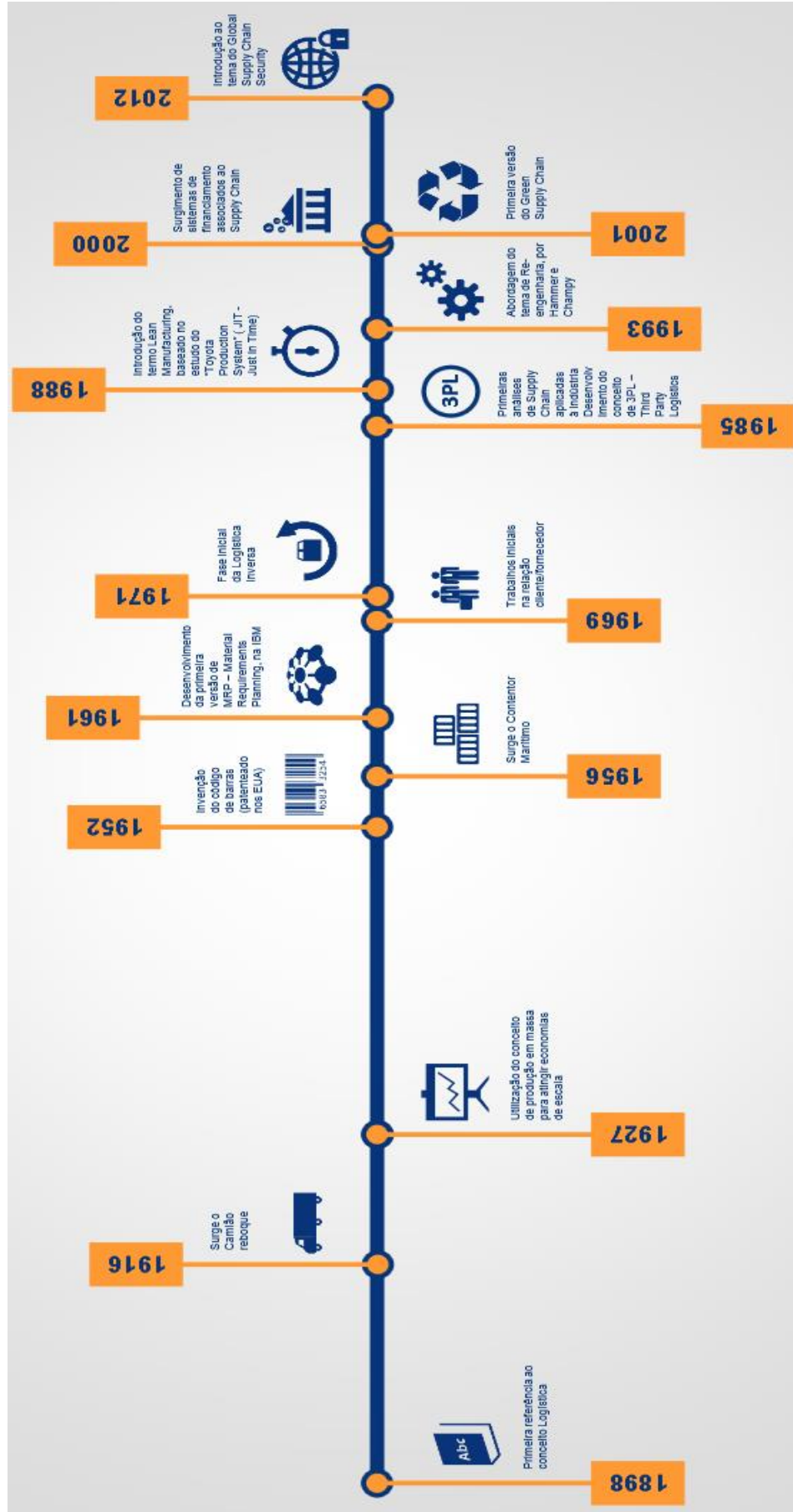


Figura 2.1 - Evolução do conceito logístico.

Fonte: Rangel (2012, p. 2)

Assim, o abastecimento e a gestão de materiais representam os fluxos até e através do sistema de produção, enquanto a distribuição representa o fluxo desde o último ponto da produção até ao consumidor/utilizador final, conforme se pode ver na Figura 2.2, onde:

- **Inbound logistics:** Processos concentrados na compra e transporte de materiais, dos fornecedores para a fábrica, linha de montagem ou armazém.
- **Outbound logistics:** Processos relacionados com a armazenagem e movimentação do produto final e dos respetivos fluxos de informação, do fim da linha de produção até ao utilizador final.

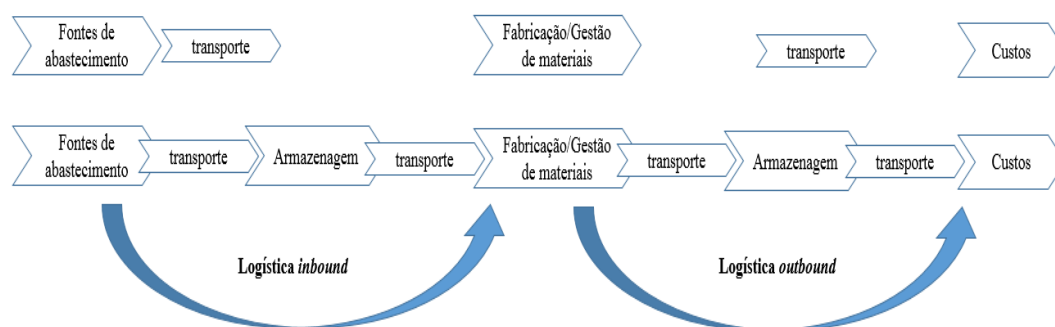


Figura 2.2 - Fluxos logísticos.

Adaptado de: Nedelescu-Ionescu e Rujan (2014, p. 35)

Bowersox (1978, cit. por Carvalho, 2002, p. 36) identifica cinco grupos genéricos de atividades logísticas: a gestão das infraestruturas da empresa, a constituição e gestão de *stocks*, a comunicação e informação, a movimentação de materiais/produtos e o transporte.

Ballou (1987, cit. por Carvalho, 2002, p. 36), mais generalista, considera uma relação entre dois tipos de atividades: primárias e de suporte. É uma apresentação própria do autor, embora um pouco influenciada pela abordagem de Porter (1985, cit. por Carvalho, 2002, p. 36).

As atividades primárias (Figura 2.3) são mais contributivas para a formação dos custos logísticos totais ou essenciais para a coordenação efetiva e completa da função logística. Fazem parte deste grupo o transporte, a constituição e a gestão de *stocks* e o processamento de encomendas. Enquanto estas são os ingredientes básicos para a disponibilização de bens ou serviços, as atividades de suporte servem as primárias, sendo irremediavelmente relegadas para uma periferia que pouco se identifica como uma ótica de serviço total. A este grupo pertence o armazenamento, aquisição, embalagem, movimentação de materiais/produtos, planeamento logístico, manutenção, tratamento e controlo da informação (Ballou, 1987, cit. por Carvalho, 2002, p. 37).

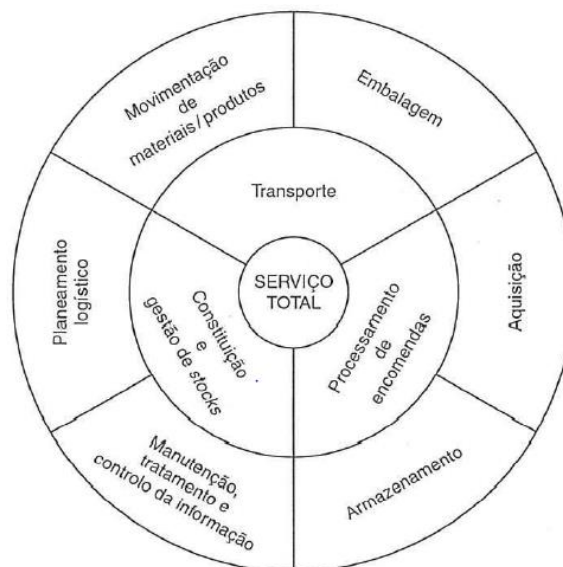


Figura 2.3 - Atividades logísticas primárias e de suporte.

Fonte: Carvalho (2002, p. 37)

No entanto, segundo Lambert, Stock e Ellram (1998, p. 17-21) o processo logístico contém mais atividades. Estas são:

- **Serviço ao consumidor** – Esta atividade é o *output* do sistema logístico, envolvendo levar o produto certo ao consumidor certo, no local certo, na condição certa, no tempo certo, ao menor custo total possível. A satisfação do consumidor é apoiada por um bom serviço ao consumidor.
- **Previsão/Planeamento da Procura** – Existem vários tipos de previsões (de *Marketing* e Produção, entre outros), mas a logística intervém na previsão de quanto é que se deve encomendar aos fornecedores e que quantidade de produto acabado deve ser transportada ou mantida em cada mercado que a organização abastece.
- **Gestão de Stocks** – Esta atividade envolve um *trade off* entre o nível e o custo de posse dos *stocks*, de forma a obter os níveis de serviço desejados. Algumas organizações têm vindo a dar cada vez mais atenção a esta atividade devido aos elevados custos de artigos de alta tecnologia, automóveis e produtos sazonais que rapidamente se tornam obsoletos.
- **Comunicação** – A comunicação tem vindo a tornar-se cada vez mais automatizada, complexa e rápida. Pode existir, por exemplo, entre a organização e os seus fornecedores e consumidores, ou entre as várias entidades da CA. A comunicação é indispensável para o funcionamento eficiente de qualquer sistema e, portanto, uma comunicação excelente pode contribuir para uma vantagem competitiva.

- **Movimentação de materiais** – É a atividade que engloba todos os aspetos da movimentação de matérias-primas, de trabalho em processamento ou dos produtos acabados, dentro de uma fábrica ou armazém. O principal objetivo da gestão de materiais é eliminar as movimentações, tanto quanto possível, pois sempre que um artigo é manuseado ou movimentado, isso envolve um custo, sem adicionar valor. Assim, é importante reduzir as distâncias entre deslocações, engarrafamentos e níveis de *stock*, entre outros.
- **Processamento de encomendas** – É uma atividade muito automatizada que serve de interface entre a organização e os clientes, permitindo receber, verificar e comunicar ao clientes o estado das encomendas. Esta atividade tem um grande impacto na percepção que o consumidor tem do serviço e, portanto, na sua satisfação.
- **Embalagem** – Em termos logísticos a embalagem é uma forma de proteger os produtos durante a armazenagem e o transporte. Pode, no entanto, ser também uma forma de publicidade/*marketing*.
- **Serviço de apoio** – A logística é também responsável pelo serviço de apoio pós-venda. Este serviço inclui a entrega de peças sobresselentes aos vendedores e a recolha de produtos com defeito, entre outros.
- **Localização de instalação** – Determinar a localização das fábricas ou armazéns é uma decisão estratégica que afeta não só os custos de transporte, mas também os níveis de serviço aos clientes e a velocidade de resposta.
- **Compras** – Com o aumento do *outsourcing* de bens e serviços, a função das compras tem cada vez um papel mais importante numa organização. As compras tratam da aquisição de materiais e serviços de fora da organização, para apoiar as suas operações, desde a produção ao *marketing*, vendas e logística. As relações de longa duração com os fornecedores-chave fazem com que as compras tenham cada vez mais importância para as organizações.
- **Logística Inversa** – A logística inversa inclui as devoluções de produtos, a remoção e eliminação de resíduos resultantes dos processos de produção, distribuição ou embalagem. O tratamento das devoluções é uma atividade complexa que envolve a movimentação de pequenas quantidades de produtos, do consumidor para a organização e não o contrário.
- **Transporte** – O transporte é uma atividade chave da logística que envolve a movimentação de materiais e de produtos do fornecedor para o local de consumo e no sentido inverso. O transporte implica selecionar o modo de transporte (aéreo, terrestre, marítimo e outros), definição da rota, garantia do cumprimento da legislação de cada região e seleção da empresa transportadora. Frequentemente, o transporte é a atividade logística de maior custo.

- **Armazenagem** – A armazenagem permite que um artigo seja produzido e mantido para consumo posterior. Pode localizar-se junto da produção ou do mercado. Para a armazenagem é importante a configuração, projeto, propriedade, automação e formação dos empregados do armazém, assim como outros assuntos relacionados.

### 2.1.3 Estratégia logística

Para a criação de uma estratégia logística eficaz, devem, em primeiro lugar, ser definidos os objetivos a atingir. A estratégia logística apoia os objetivos da empresa, pelo que deve alinhar-se e ajudar a alcançar os objetivos da organização. De seguida, é necessário articular o modo como a estratégia da CA vai contribuir para satisfazer esses objetivos. Assim, o plano logístico deve estar subordinado à estratégia empresarial (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 38):

- Se a estratégia da empresa é ser sempre o líder dos preços baixos, então o principal objetivo da logística é movimentar os produtos ao menor custo possível;
- Se a empresa pretende agilidade e movimentação de mercadorias mais rápidas que a concorrência, a logística tem que se basear na velocidade e não no custo;
- Se a empresa define o padrão de qualidade, a logística tem de ter encomendas conformes e fazer o que for preciso para corrigir qualquer erro;
- Se a empresa está a crescer por fusão, uma estratégia logística é integrar as novas operações nas já existentes;
- Se a empresa é avaliada pelo rendimento do capital investido, então a logística tem de encontrar alugueres de curto prazo para o espaço de armazenagem e equipamento de transporte.

A logística intervém um pouco em todas as funções de uma empresa, sendo particularmente importante no desenvolvimento produtivo de uma organização (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 38).

Assim a estratégia da logística deve ter como principais objetivos (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 36):

- Serviços de melhoria reconhecendo que as receitas dependem dos níveis de serviço logísticos fornecidos;
- Redução de custos através da minimização dos custos associados ao transporte e armazenamento;
- Redução do capital social, minimizando o nível de investimento no sistema logístico;
- Maximizar o retorno sobre os ativos da logística.

É fácil reconhecer quando algo relacionado com a logística funciona mal, porque leva a frequentes roturas de *stock*, a ordens de encomenda desencontradas, a baixo desempenho, a disponibilizações erradas de produtos ou serviços, com colocações fora de tempo, em locais incorretos ou em quantidades pouco indicadas. Mas, tradicionalmente, pelo menos em termos de mercado nacional, quando funciona bem, entre as causas de sucesso divulgadas para o exterior não figura a logística, quando deveria ter lugar obrigatório (Carvalho, 2002, p. 29).

A satisfação dos clientes é frequentemente considerado como um indicador de valorização de serviço prestado. Medir a satisfação do cliente é uma das questões mais importantes a considerar por todas as empresas, o que justifica a filosofia da orientação para o cliente e os princípios da melhoria continua (Gridoroudis e Siskos, 2010, cit. por Teresa e Evangelos, 2015). O conceito de satisfação do cliente pode ser definido de diferentes forma na literatura. Kotler e Andreasen (2008, cit. por Teresa e Evangelos, 2015) e Stoddard (2012, cit. por Teresa e Evangelos, 2015) definem a satisfação do cliente como «o estado sentido por uma pessoa que experimenta um desempenho que cumpriu as suas expectativas». A medição da satisfação fornece informações sobre a organização e a satisfação eficaz das necessidades dos clientes (Teresa e Evangelos, 2015).

#### 2.1.4 Custos logísticos

Para que os gestores possam tomar decisões mais corretas e fundamentadas, têm necessidade de sistemas de custeio adequados sobre produtos, clientes, atividades logísticas e outras. É com base em informação sobre os custos logísticos que são tomadas decisões tão diversas como, por exemplo, a gestão dos espaços de armazenagem, modos de transporte a utilizar, produtos a negociar e clientes a servir (Moura, 2006, p. 131).

Um dos principais desafios para a gestão é a contenção de custos, na medida em que sendo os clientes cada vez mais exigentes, as empresas têm de disponibilizar, assiduamente, novos e melhores produtos, com custos e níveis de serviço mais aliciantes (Moura, 2006, p. 131).

De montante a jusante, cada uma das entidades da cadeia logística vai suportando custos com materiais, mão-de-obra e uma grande gama de custos indiretos entre os quais os logísticos, em que se incluem os custos de transportes, de *stocks*, de armazenagem, de processamento de encomendas e outros. Assim, quanto mais próximo um produto estiver do consumidor final, maiores serão os custos já incorporados, considerando-se que, em média, no fim da cadeia, os custos logísticos representam entre 10 a 30 por cento do custo total (Moura, 2006, p. 131).

Os custos logísticos representam uma importante componente dos custos totais suportados pelas empresas. Contudo, e como ilustra a Figura 2.4, a percentagem dos principais custos logísticos relativamente ao montante dos proveitos tem vindo a diminuir ao longo dos últimos anos (Moura, 2006, p. 133). É notável que os custos de transporte são os que representam uma maior percentagem, apesar da sua diminuição ao longo dos anos.

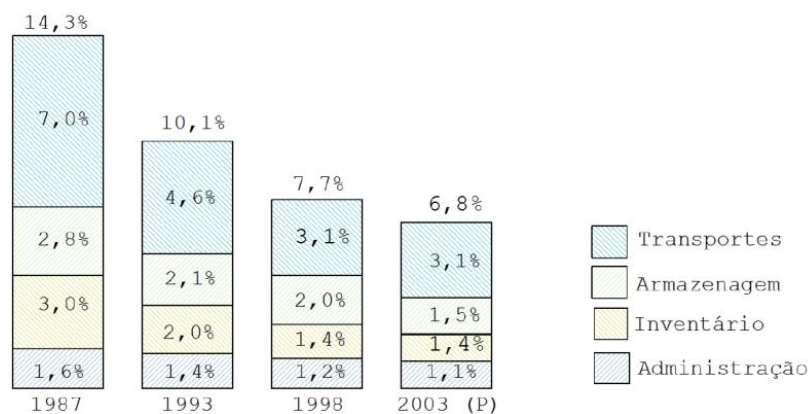


Figura 2.4 - Evolução dos custos logísticos na Europa (percentagem dos proveitos).

Fonte: Moura (2006, p. 133)

Como referido anteriormente, os principais custos logísticos são aqueles que decorrem do serviço ao cliente, transporte, armazenagem, informação e processamento de encomendas, tamanho dos lotes e posse das existências. Alguns dos mais relevantes são discutidos em seguida (Lambert, Stock e Ellram, 1998, p. 21):

- **Custos de Transporte** – As atividades de transporte originam os custos de transporte. Estes custos podem ser vistos de diferentes formas, dependendo da unidade em análise. Os custos podem ser classificados por cliente, linha de produto ou tipo de canal, por exemplo. Os custos variam com o volume, peso, distância, ponto de origem e destino e modo de transporte escolhido;
- **Custos de Armazenagem** – Os custos de armazenagem são criados por atividades de armazenagem e pelo processo de seleção do local da fábrica e armazém. São incluídos todos os custos que variam devido a uma mudança no número ou localização dos armazéns;
- **Custos de stock** – Os principais custos da logística são devidos às quantidades compradas e produzidas.

Os custos logísticos totais são a soma dos custos logísticos específicos, adicionais e administrativos. Os custos logísticos específicos são todos os custos derivados do transporte, movimentação, armazenamento e subcontratação. Custos logísticos adicionais são os que

estão relacionados com a execução de tarefas operativas adicionais, como o embalamento, rotulagem, carga e descarga, controlo da qualidade e manuseamento. Os custos administrativos são os relacionados com a programação, gestão da qualidade e controlo (Gudehus e Kotzab, 2012, p. 133).

Os seguintes elementos dos custos logísticos devem ser registados e analisados separadamente (Gudehus e Kotzab, 2012, p. 134):

- Custos com pessoal;
- Custos de espaço e área;
- Custos de rota e de rede;
- Custos de equipamento logístico;
- Custos com os transportadores;
- Custo de material logístico;
- Custos de tecnologias de informação logísticas;
- Despesas com terceiros;
- Custos de planeamento e projeto;
- Custos de posse dos *stocks*.

Rushton, Oxley e Croucher (2000, p. 124), definem os seguintes custos logísticos:

- **Custos de produção** – Estes variam de acordo com o tipo de processo de produção ou sistema utilizado e tipo de produto produzido;
- **Custos de embalagem** – Estes custos concentram-se no *trade-off* entre o tipo de embalagem e os custos de movimentação e transporte. O tipo de unidade da carga também é importante;
- **Custos de sistemas de informação** – Estes abrangem uma ampla área desde a receção até aos sistemas de informação para a gestão. O tipo de rede de armazéns afeta estes custos;
- **Custos de vendas perdidas** – Estes podem ocorrer devido ao serviço ao cliente ser inadequado, sendo muito relevantes no contexto da proximidade ao cliente, juntamente com a fiabilidade e velocidade do serviço;
- **Custos de stock** – Estes incluem o custo do capital investido no *stock*, bem como o custo de obsolescência, entre outros;
- **Custos de transporte** – O número e localização de armazéns dentro da estrutura de distribuição e os fluxos associados afetam significativamente os custos de transporte. Ambos os custos de transferência e de entrega final são afetados pelo número de armazéns e sua localização;
- **Custos de armazenagem** – Estes custos variam de acordo com o tipo de sistemas de armazenagem e de movimentação, em conjunto com o volume e a taxa de



transferência no armazém. O tamanho e o tipo de armazém, são importantes, tal como a sua localização.

## 2.2 LOGÍSTICA INVERSA

### 2.2.1 Definição

A Logística Inversa (LI), na sua conceção mais simples, na década de 1980, foi definida como o movimento de mercadorias do consumidor para o produtor através de um canal de distribuição (Murphy, 1986, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378). Na década de 1990, no entanto, alguns autores, tais como Stock (1992, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378) e Carter e Ellram (1998, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378) introduziram uma nova definição de LI, como sendo o estudo dos materiais retornáveis com foco, não só sobre os benefícios técnicos e económicos, mas também na eficiência ambiental, permitindo a redução do consumo de recursos, através da reutilização e reciclagem de produtos industriais.

Mais tarde, Stock e Lambert (2001, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378) defendem que a LI é um campo da logística empresarial que visa acrescentar valor económico e ambiental ao fim de vida dos produtos industriais, permitindo a sua reintegração no ciclo de vida dos produtos, como materiais secundários. No entanto, Nikolaou, Evangelinos e Allan (2012, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378) realçam que não há consenso sobre o conceito de logística inversa, ainda que a definição mais conhecida seja «o processo de planeamento, implementação e controlo dos fluxos de matérias-primas, *stocks* em curso de fabrico, e de produtos acabados, a partir de um ponto de produção, distribuição ou utilização, para um ponto de recuperação ou eliminação adequado.» Esta definição foi dada pelo Grupo de Trabalho Europeu sobre Logística Inversa e é semelhante ao conceito estabelecido pelo Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2012, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378), «a parte da gestão da CA que planeia, implementa e controla a eficiência e eficácia dos serviços e informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de atender aos requisitos dos clientes.»

Roger e Tibben-Lembke (1998, cit. por Tepprasit e Yuwanont, 2015, p. 261) definem LI como o processo de planeamento, implementação e controlo da eficiência e eficácia dos fluxos de matérias-primas, produtos em curso de fabrico, produtos acabados e informação relacionada, desde o ponto de consumo até ao ponto de origem, com o objetivo de recuperar valor ou realizar a sua eliminação adequada.

Fleischmann *et al.* (2001, cit. por Chan, Chan e Jain, 2012, p. 1319) afirmam que a LI não é limitada apenas ao movimento de materiais a partir do ponto de consumo até à origem. Numa visão mais restrita, a LI refere-se à circulação de produtos ou serviços a partir do destino

final com o objetivo de recuperar valor, sendo que os produtos podem não ser necessariamente devolvidos ao ponto de origem. De um modo geral, a LI também pode ser definida como as atividades inversas do fluxo do produto. Numa visão mais ampla, a LI estende-se ao tratamento de produtos devolvidos, por exemplo, devido a defeitos de produção ou entregas não conformes (Chan, Chan e Jain, 2012, p. 1319).

Stock (2008, cit. por Tepraprasit e Yuwanont, 2015, p. 258) concluiu que as empresas que pretendem ter sucesso na gestão da LI, necessitam de focar-se no fluxo direto, incluindo elementos como *inbound*, fábrica e *outbound*, porque tudo o que está para a frente das atividades logísticas afeta as atividades da LI.

Será mesmo que todas as atividades têm impacto na LI? Segundo um estudo feito a uma empresa de componentes eletrônicos, as respostas indicam que nem todas as atividades têm impacto. Apenas cinco foram identificadas (Tepraprasit e Yuwanont, 2015, p. 260):

1. *Design* do produto e escolha de materiais;
2. Transporte e movimentação;
3. Produção;
4. Embalagem;
5. Comunicação.

Thierry *et al.* (1995, cit. por Chan, Chan e Jain, 2012, p. 1320) refere que existem cinco opções para a recuperação do produto: a reparação, a recuperação, remanufatura, canibalização e reciclagem. Com a reparação corrigem-se falhas de conformidade; recuperar refere-se à melhoria, renovação ou limpeza dos produtos; remanufatura significa utilizar as peças ou produtos devolvidos, em muitos casos desmontados em produtos novos; a canibalização é o processo de remoção de parte de um produto e usá-la noutra; por fim, a reciclagem é o processo de transformação de materiais eliminados em produtos novos.

### 2.2.2 Vantagens

Silva *et al.* (2013, p. 378) referem que podem ser obtidos muitos benefícios a partir de um programa eficaz de LI, tais como:

- Retenção/satisfação de clientes;
- Reutilização de embalagens;
- Programas de reciclagem de produtos em fim de vida;
- Recuperação/reabastecimento de ativos;
- Redução de *stocks* de matérias-primas;
- Eliminação de equipamentos obsoletos;
- *Recalls*.

Por exemplo, a satisfação do cliente pode ser conseguida pela devolução de produtos que são reutilizados ou reciclados, sem gerar resíduos para o cliente. Outros benefícios resultam da redução do impacto ambiental, com a reutilização e reciclagem de produtos devolvidos e/ou redução de *stocks* de matérias-primas. Além disso, as poupanças conseguidas através da reciclagem/reutilização de produtos retornáveis, podem compensar os custos necessários para manter o sistema de LI, o que é uma grande vantagem, uma vez que o custo é umas das principais barreiras à sua implementação (Silva *et al.*, 2013, p. 379)

Um bom programa de LI pode ser uma forma de diferenciação e um meio de ganhar **vantagem no mercado**. A LI não deve ser vista como uma despesa secundária, mas sim como uma oportunidade de obter uma vantagem competitiva (Stock, 2001 cit. por Jayaraman e Luo, 2007, p. 57)

São poucas as empresas que têm estratégias para adoção da gestão de devolução de produtos. Um sistema de LI eficaz pode aumentar a rentabilidade através da redução das necessidades de materiais e uma maior quota de mercado, em resultado de uma melhor imagem ambiental. Uma melhor imagem e aumento dos níveis de satisfação do cliente, são alguns dos benefícios indiretos da LI, que podem agregar valor à organização (Jayaraman e Luo, 2007, p. 57).

Através da LI, a cadeia de valor não é vista como unidirecional, mas sim como um sistema fechado, onde os valores são gerados a partir dos recursos existentes. Isso pode complementar e enriquecer o âmbito da cadeia de valor existente, atualmente discutido na área da gestão estratégica (Jayaraman e Luo, 2007, p. 58).

Relativamente à vantagem **financeira**, os gestores devem perceber qual o impacto das atividades da LI sobre os custos, receitas e ativos. O processo da LI deve ser reconhecido como mais do que um custo de operação ou como um esforço de minimização de custos. É possível beneficiar de oportunidades financeiras. A recuperação, por exemplo, é muitas vezes mais económica que a produção ou a compra de materiais novos. Sistemas de manufatura com recuperação são amigos do ambiente e rentáveis à escala industrial (Jayaraman e Luo, 2007, p. 61).

A **pressão competitiva** é outra vantagem da LI. A maioria dos retalhistas e fabricantes liberalizam as suas políticas de retornáveis, ao longo dos últimos anos, devido a pressões competitivas. Embora esta tendência tenha vindo a diminuir, as empresas ainda acreditam que um cliente satisfeito é o seu ativo mais importante. Parte desta satisfação pode estar relacionada com a devolução dos produtos não desejados. Face à concorrência, a IBM, por exemplo, começou a recuperar produtos para evitar que outras empresas tivessem acesso às suas tecnologias e ao seu mercado. A recuperação de produtos também pode ser usada para melhorar o relacionamento entre o cliente e o fornecedor (Fleischmann *et al.*, 2003, cit. por Jayaraman e Luo, 2007, p. 61).

Em termos **ambientais**, o princípio da responsabilidade alargada ao produtor tornou-se um elemento chave da política ambiental em vários países. Assim, alguns fabricantes são obrigados a recolher e valorizar os seus produtos após a sua utilização, a fim de reduzir e eliminar o volume dos resíduos. Trazer de volta os produtos e recupera-los é um importante elemento para a construção de um perfil verde (Jayaraman e Luo, 2007, p. 61-62). Com a crescente preocupação com os impactos ambientais, ocorre a necessidade da utilização de embalagens recicláveis ou de fácil degradação. Apesar da utilização de muitos artigos recicláveis, como o papel, madeira e plásticos, entre tantos outros, a LI a partir do consumidor é um desafio (Júnior, 2006, p. 48).

A LI representa uma das maiores oportunidades para aumentar os lucros de uma empresa (Lambert, Riopel e Abdul-Kader, 2011, p. 562).

### 2.2.3 Obstáculos

Os problemas mais comuns da LI são (Da, Huang e Zhang, 2004; Parvenov, 2005, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378):

- Trabalhar com armazéns muito pequenos ou mal definidos;
- Complexidade e elevado nível de incerteza relativo ao fluxo de recuperação;
- Falta de monitorização em tempo real da mercadoria recebida não permite uma armazenagem rápida ou o *cross-docking*;
- Pobre integração do processo de armazenagem não permite que a mercadoria devolvida seja imediatamente alocada e expedido;
- Custos elevados para estabelecer o processo de LI para testar e reembalar os produtos ou embalagens devolvidos.

Embora a LI tenha normalmente estes desafios, que podem ser superados, transforma-se numa vantagem competitiva quando o sistema de LI é eficiente (Ravi e Shankar, 2005; Bernon e Cullen, 2007, cit. por Silva *et al.*, 2013, p. 378).

A cadeia de valor para incluir operações de recuperação, tal como reciclagem, reutilização e remanufactura acrescenta um nível adicional de complexidade ao *design* da cadeia de valor, uma nova estratégia e questões operacionais. Estas questões advêm de dois problemas fundamentais: a incerteza associada ao processo de recuperação e de substituição no que diz respeito a quantidade, prazo e qualidade dos retornos; e o processo associado à recolha e transporte de produtos e embalagens usadas (Jayaraman e Luo, 2007, p. 60).

O sistema de gestão de informação é uma componente essencial para uma LI bem sucedida. O sistema de informação é responsável pela gestão de devoluções, comunicando de forma eficiente entre as duas partes envolvidas. A integração de um sistema de informação na

cadeia da LI é o maior obstáculo e requer esforço e tempo (Lambert, Riopel e Abdul-Kader, 2011, p. 563).

Apesar das práticas relacionadas com a LI ajudarem à proteção do ambiente, existem, no entanto, algumas barreiras. Estas são (Rogers e Tibben-Lembke, 1998, cit. por Ravi e Shankar, 2005, p. 1013-1016):

- **Falta de sistemas de tecnologia de informação** – Um dos problemas graves nas empresas na implementação da LI é a falta de bons sistemas de informação. É necessário um sistema de tecnologia de informação eficiente para suportar a LI durante as diversas fases do ciclo de vida do produto. O tipo de materiais e tecnologia utilizados na produção afetam a percentagem do produto que é possível reutilizar no fim do seu ciclo de vida. Sistemas de informação eficientes são imprescindíveis para fazer um seguimento individual e as devoluções do produto, de forma a conjuga-las com as vendas, o que permite auxiliar a gestão de *stocks* e o planeamento e controlo das atividades de recuperação do produto. A informação é essencial para desenvolver ligações que conduzam a operações eficientes de LI.
- **Problemas com a qualidade do produto** – A qualidade dos produtos que são devolvidos no fim de vida, é também uma barreira importante. A qualidade do produto não é uniforme na LI. Quando os retornos chegam ao centro de distribuição, é necessário tomar uma decisão em relação ao seu destino.
- **Políticas da empresa** – A falta de importância da LI e a falta de atenção da gestão refletem-se nas políticas seguidas pelas empresas. Parece existir uma mudança de paradigma, que tem levado as empresas a procurarem alterar as suas políticas, de forma a incorporar as devoluções de produtos, para recuperar um valor económico que lhes proporcionará vantagens sobre os seus concorrentes.
- **Resistência à mudança** – Uma das grandes barreiras sentidas na implementação da LI é a resistência à mudança, dado que a condição humana é a barreira principal. As pessoas evitam a mudança, quando possível. A LI, todavia, pressupõe uma mudança radical. As políticas de cada empresa, as estruturas organizacionais e a ausência de visão clara de LI dificultam ainda mais a transição. A ausência da consciência dos benefícios, económicos e ambientais da LI podem constituir um fator de resistência à mudança. Também as restrições financeiras podem ser um fator de resistência, dado que os sistemas da LI requerem um investimento económico inicial bastante elevado.
- **Ausência de medidas de desempenho apropriadas** – Estas medidas formam a base de integração dos sistemas de gestão. «*Work not measured cannot be managed.*» Programas de sucesso de LI coordenam eficientemente todos os processos, focam-se na recuperação de valor ou na eliminação adequada dos produtos, criam produtos

amigos do ambiente e criam sistemas de medição de desempenho que informam se se o programa desenhado está a ter o desempenho esperado.

Outras barreiras à implementação da LI são a ausência de treino e formação; restrições financeiras; ausência de compromisso da gestão de topo; falta de conhecimentos sobre a LI; ausência de planeamento estratégico; e falta de apoio da parte dos agentes, distribuidores e retalhistas.

## 2.3 LOGÍSTICA VERDE

### 2.3.1 Definição

Durante muitos anos, a logística juntou-se ao conceito «verde», através da criação da «logística verde», que consiste nas práticas e estratégias de gestão da CA que reduzem a pegada ambiental e energética da distribuição de mercadorias, concentrando-se na movimentação de materiais, gestão de resíduos, embalagem e transporte (Seroka-Stolka, 2014, p. 303).

A LV consiste em todas as atividades relacionadas com a gestão eco-eficiente dos fluxos diretos e inversos dos produtos e informações, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, cujo objetivo é a satisfação das necessidades do cliente (Seroka-Stolka, 2014, p. 303).

Segundo Zhang e Zhao (2012, p. 901) a LV é uma atividade logística que tem como objetivo reduzir a poluição do ambiente e o consumo de recursos, utilizando planeamento e implementação avançada de tecnologia logística, no transporte, armazenagem, embalagem, movimentação, processamento e distribuição. É uma circulação eficaz e eficiente de bens que ligam o abastecimento verde e a procura verde principais, para superar os obstáculos entre o espaço, tempo e as atividades verdes de serviço no processo de gestão económica, também conhecida como logística ambiental.

Seroka-Stolka (2014, p. 303) descreve a LV como a gestão da CA verde, que pode ser definida como uma atividade das organizações, tendo em conta questões ambientais e integrando a gestão da CA, a fim de alterar o desempenho ambiental dos fornecedores e clientes. As atividades da LV incluem a medição do impacto ambiental de diferentes estratégias de distribuição, reduzindo o consumo de energia em atividades logísticas, o desperdício e a gestão do seu tratamento.

Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, a LV pode ser definida como «produção e distribuição de produtos de forma sustentável, tendo em conta os fatores ambientais e sociais». Esta definição de LV está em linha com a definição de WCED (1987) sobre desenvolvimento sustentável e responsabilidade corporativa (Seroka-Stolka, 2014, p. 303).

Os três pilares do desenvolvimento sustentável podem ser aplicados à LV. As empresas agora também se preocupam com o ambiente, sendo este tratado como um fator de custo. A LV é definida com o esforço para examinar forças para reduzir externalidades e alcançar um equilíbrio mais sustentável, entre os objetivos ambientais, econômicos e sociais, como é mostrado na Figura 2.5. Todos os esforços na área da LV são focados em contribuir para assegurar a sustentabilidade (Seroka-Stolka, 2014, p. 303).

Ao longo dos últimos 40 anos, a LV tem seguido vários caminhos naturais (Seroka-Stolka, 2014, p. 303):

- Redução nos custos de transporte;
- Logística das cidades;
- Estratégias ambientais das empresas para a logística;
- Logística inversa;
- Gestão da CA verde.

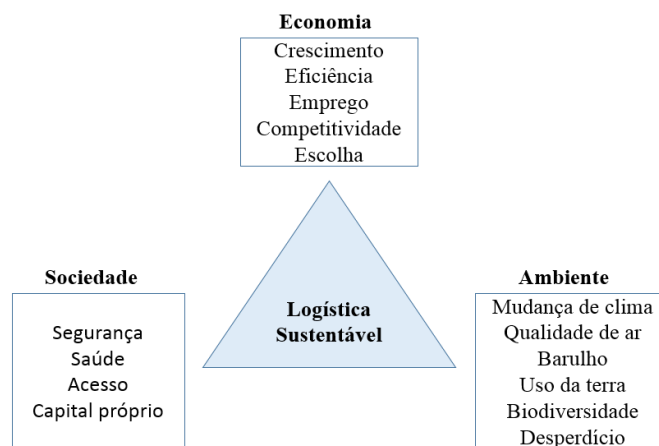


Figura 2.5 - Logística verde como elemento de desenvolvimento de sustentabilidade.

Adaptado de: Green Logistics (2010)

### 2.3.2 Vantagens

A LV trás muitos benefícios para a maioria das empresas. O Insight Survey Report, em 2008, revela que 52 por cento das empresas tiveram benefícios, em termos de redução de custos logísticos, e reduziram os custos de produção ao longo da CA. Outra pesquisa, feita pelo Aberdeen Group (2008) divulga que através de uma prática de CA verde foi possível reduzir as emissões, o desperdício e melhorar as eliminações. Outros benefícios das práticas da LV,

tais como, a redução do número de rotas inversas em atividades logísticas e projeto dos caminhos mais curtos para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> (Hussin *et al.*, 2012, p. 585).

Emmet e Sood (2010, p. 8) relacionam alguns benefícios da LV em diferentes contextos: ambiente, tecnologia, economia, regulação e sociedade. Na Tabela 2.1 são destacados esses benefícios.

*Tabela 2.1 - Benefícios da logística verde.*

*Adaptado de: Emmet e Sood (2010, p. 8)*

<b>Ambientais</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Redução da emissão de gases do efeito de estufa</li> <li>2. Redução de resíduos, poluição e degradação ambiental</li> </ol>
<b>Tecnológicos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criação de uma plataforma para maior avanço tecnológico</li> <li>2. Utilização mais eficiente de recursos</li> <li>3. Maior visibilidade dos benefícios financeiros e operacionais</li> </ol>
<b>Económicos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento do lucro organizacional</li> <li>2. Redução de custos de aquisição</li> <li>3. Diminuição da geração de resíduos e uso de materiais perigosos</li> <li>4. Maiores benefícios através da fusão de esforços da otimização da CA e da gestão ambiental</li> </ol>
<b>Regulação</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manutenção da organização bem à frente da onda regulatória</li> <li>2. Abordagem da questão do aquecimento global</li> <li>3. Direção da hostilidade pública para as organizações prejudiciais ao ambiente</li> </ol>
<b>Sociais</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Marketing</i> positivo</li> <li>2. Local de trabalho mais seguro e ambiente de trabalho mais limpo</li> <li>3. Melhor saúde, redução de custos de segurança, saúde ocupacional e despesas com pessoal</li> </ol>

### 2.3.3 Obstáculos

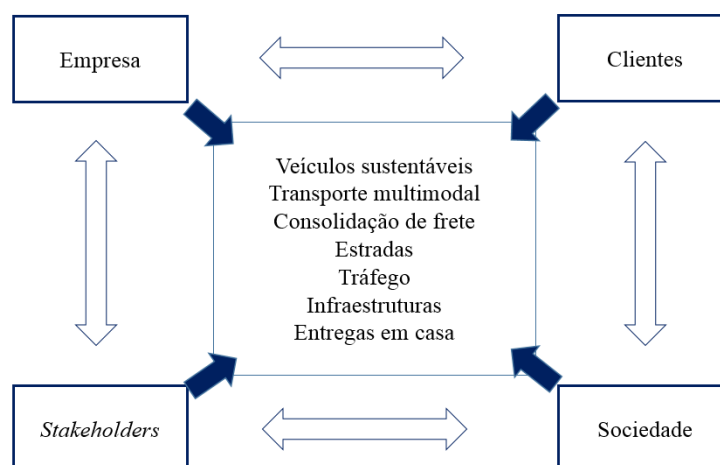
Seroka-Stolka (2014, p. 305) distingue quatro fatores que afetam a LV: a empresa, os clientes, a política e a sociedade. De acordo com a Figura 2.6, pode-se concluir que cada um destes fatores pode afetar a LV. Do ponto de vista dos consumidores, estes têm os seus próprios requisitos para os produtos e serviços ecológicos. Um cliente com muita consciência ambiental pode exigir produtos, tais como veículos não poluentes ou com emissões minimizadas, forçando os fornecedores a adotarem soluções verdes. Esta pode ser uma



questão fundamental para as empresas que estão a tomar medidas relativas à LV. A compreensão do papel dos consumidores sobre na LV pode ser um benefício para a empresa.

Seroka-Stolka (2014, p. 305) identifica seis tipos de barreiras na implementação da LV:

- Falta de *know-how* e competências;
- Falta de aconselhamento profissional;
- Incerteza do resultado;
- Participação dos certificadores;
- Falta de recursos;
- Custos de implementação e manutenção.



*Figura 2.6 - Fatores gerais que afetam a logística verde.*

*Adaptado de: Seroka-Stolka (2014, p. 305)*

## 2.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Conforme apresentado a logística é um sistema de atividades integradas através do qual fluem produtos e informação, desde a origem ao ponto de consumo. A LI, na sua conceção mais simples, é o movimento de mercadorias do consumidor para o produtor, através de um canal de distribuição. A LV é a produção e distribuição de produtos de forma sustentável, tendo em conta os fatores ambientais e sociais.



## 3 A EMBALAGEM NO TRANSPORTE E NA ARMAZENAGEM

---

Este capítulo contém uma revisão da literatura sobre embalagem, transporte e armazenagem. São apresentadas as funções e importância das embalagens, os seus benefícios e desvantagens, os tipos de materiais em que podem ser produzidas, nomeadamente o cartão. São referidas as embalagens reutilizáveis, assim como os custos com as embalagens. Depois da revisão do papel dos transportes na logística, apresentam-se os seus modos e características, os aspetos ambientais, estratégias da distribuição e os custos dos transportes. No âmbito da armazenagem, é indicada a missão do armazém, as operações, nomeadamente as movimentações, modelos e custos de armazenagem.

### 3.1 EMBALAGENS

O embalamento é um sistema coordenado de preparação de produtos para o manuseio seguro, eficiente e eficaz, transporte, distribuição, armazenagem, retalho, consumo e recuperação, reutilização ou eliminação, combinada com o máximo de valor para o cliente, as vendas e consequentemente, o lucro (Saghir, 2002, p. 6).

Paine (1985 cit. por Johnsson e Jönson, 2000, p. 6) diz que uma embalagem correta é a principal forma de garantir a entrega segura de um produto ao consumidor final, em boas condições, a um custo económico. Noutro livro, Paine (cit. por Johnsson e Jönson, 2000, p. 6) discute a necessidade das embalagens para todos os tipos de produto. Argumenta também que a embalagem é o elo essencial entre o fornecedor e o cliente e a menos que concebida corretamente, o prestígio do produto sofrerá e o cliente será perdido.

#### 3.1.1 Funções e importância

As funções fundamentais da embalagem são proteger, conter e conservar os produtos. As funções das embalagens são múltiplas e complexas e a definição pode estar relacionada com três categorias principais: logística, *marketing* e ambiente (Saghir, 2002, p. 6). Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002, p. 6) apresenta uma visão geral das funções das embalagens, como se pode ver na Tabela 3.1.

O enfoque logístico considera mais as questões de movimentação e armazenagem. Moura e Banzato (2003, cit. por Júnior, 2006, p. 47) apontam quatro necessidades básicas da embalagem:

- Proteção do produto;
- Conveniência para movimentação e *stock*;
- Facilidade de identificação;

- Segurança;

Por estas razões é que podem ser empregues vários tipos de embalagens, as primárias, as secundárias e terciárias, para um mesmo produto, variando muitas vezes, conforme o transporte, o mercado e as circunstâncias. Poucos são os casos nos quais se pode usar uma embalagem única para tudo (Júnior, 2006, p. 48).

*Tabela 3.1 - Diferentes funções das embalagens.*

*Adaptado de: Jonson, 2000, cit. por Saghir (2002, p. 6)*

<b>Categoria</b>	<b>Funções</b>
<b>Logística</b>	Facilitar a distribuição
	Proteger o produto e o ambiente
	Fornecer informações sobre as condições e localizações
<b>Marketing</b>	<i>Design</i> gráfico e formato
	Exigências legislativas e de <i>marketing</i>
	Requisitos do cliente para uso final, bem como na distribuição
<b>Ambiente</b>	Recuperação/Reciclagem
	Desmaterialização
	Descartável vs. reutilizável
	Toxicidade

A embalagem logística afeta o custo de cada atividade logística e tem um impacto significativo na produtividade dos sistemas logísticos. Os custos de transporte e a armazenagem estão diretamente relacionados com o tamanho e densidade das embalagens. Se a embalagem não é projetada para um processo logístico eficiente, todo o desempenho do sistema sofre (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 235).

A importância da embalagem tem aumentado ao longo do tempo (Johnsson e Jönson, 2000, p. 6) e alguns dos principais motivos para o aumento da utilização das embalagens são:

- O ponto de produção e o ponto de consumo afastaram-se;
- A produção é concentrada em poucos lugares;
- Os membros das famílias trabalham fora de casa;
- Os pontos de venda desenvolveram o conceito de *self-service*;
- As mudanças demográficas;
- Os requisitos de aumento da qualidade dos produtos alimentares.

Todos estes fatores implicam a importância de compreender as embalagens como um componente dinâmico do sistema logístico (Johnsson e Jönson, 2000, p. 6).

### 3.1.2 Benefícios

Uma boa embalagem tem muitos benefícios. Alguns deles são listados a seguir (Voortman, 2004, p. 73):

- As embalagens mais leves podem economizar custos de transporte;
- O planeamento e o desenho das dimensões da embalagem permitem uma melhor armazenagem e utilização do espaço no transporte;
- Uma embalagem bem concebida pode reduzir os custos da LI que surgem devido ao menor número de retomas;
- Um melhor desenho da embalagem pode reduzir os custos de manutenção dos materiais;
- Embalagens mais sustentáveis podem melhorar a imagem da empresa;
- O uso de embalagens retornáveis pode trazer lucros à empresa;
- Uma boa embalagem é uma ferramenta importante de *marketing* e cria a presença de um produto no mercado.

A embalagem deve maximizar a proteção do produto sob condições diferentes, de modo a chegar ao consumidor na sua forma utilizável. A embalagem logística pode melhorar a produtividade do sistema logístico através da facilidade de manuseio, utilidade do espaço, redução de danos, entre outros. O custo, no entanto é um elemento importante que é influenciado pelo tipo de embalagem (Sople, 2010, p. 146).

### 3.1.3 Desvantagens

As embalagens também podem ter algumas desvantagens, dentro do sistema logístico. Uma embalagem eficaz deve proteger o produto contra os riscos e garantir que o cliente recebe o produto na melhor condição possível. As várias desvantagens são mencionadas a seguir (Voortman, 2004, p.73).

#### **Desvantagens físicas:**

- O produto pode ser fisicamente danificado por equipamentos de manuseio de materiais, tais como empilhadoras;
- O choque (por exemplo, ao deixar cair uma carga) pode danificar os produtos;
- Colisões de impacto lateral (com um empilhador, por exemplo) podem danificar a caixa ou o contentor;

- Desvantagens na armazenagem não são consideradas importantes para armazéns bem geridos, mas quando mal geridos, os produtos embalados estão expostos ao risco de incêndio.

#### **Desvantagens no transporte:**

- Desvantagens no transporte rodoviário incluem ressaltos e vibrações. Estas podem ser provocadas pela condição da estrada e também pela suspensão do veículo utilizado para o transporte. As exportações para países do terceiro mundo estão expostas a piores estradas, pelo que a embalagem utilizada deve ser mais resistente.
- Existem vários tipos de risco no transporte ferroviário. Estes incluem choques de mudança de via, particularmente quando os produtos são armazenados em parques de vagões. As vibrações das cargas empilhadas podem danificar os produtos. Se os carris estão em más condições a vibração pode ser uma desvantagem.
- As desvantagens no transporte marítimo incluem o balanço do navio. Se os produtos embalados não são corretamente arrumados, podem ser facilmente danificados.
- No transporte aéreo as desvantagens podem surgir de uma embalagem leve, que não é suficientemente resistente e pode ser facilmente danificada. Para este transporte as embalagens devem ser resistentes, mas leves.

#### **Desvantagens climáticas:**

- A humidade ou a condensação podem afetar os produtos embalados em trânsito. Esta é uma ocorrência comum, especialmente no transporte marítimo.
- O calor e o frio podem causar a deterioração natural do produto, mesmo que a embalagem seja de alta qualidade.

#### **Desvantagens biológicas:**

- Produtos mal embalados estão expostos a deterioração bacteriana, bolores e fungos.
- As paletes de madeira utilizadas no transporte devem ser verificadas e terem um certificado de higiene, antes de entrar em determinados locais.

### **3.1.4 Problemas associados às embalagens na indústria automóvel**

Segundo um estudo da Deloitte (2012, p. 3) foram detetados os seguintes problemas associados às embalagens na indústria automóvel, entre toda a CA:

- **Excesso de contentores** – Os fabricantes de equipamentos originais (OEMs) e os fornecedores questionados mantêm sistemas múltiplos em circuito fechado limitando a possibilidade de partilha de contentores vazios isto leva tipicamente a 20

a 25 por cento de contentores a mais no sistema do que os necessários (necessitando de um investimento adicional em contentores vazios);

- **Disponibilidade inconsistente** – Apesar de um excesso de contentores no sistema a falta de uma localização eficiente e a visibilidade limitada tornam difícil ter o contentor certo, no lugar certo, no tempo certo;
- **Visibilidade limitada nos custos totais** – Os OEMs e os fornecedores têm tido dificuldades em quantificar e identificar todos os custos relacionados com a embalagem. Adicionalmente aos OEMs podem ser cobrados múltiplas vezes os mesmos contentores pelos fornecedores (de programa para programa);
- **Retornos ineficientes** – A logística do circuito de retorno não são utilizadas efetivamente com muitos retornos ponto a ponto. Há, aproximadamente, 10 a 15 por cento de distâncias não usadas no circuito de retorno;
- **Limpeza da embalagem** – Embalagens com e sem gorduras são muitas vezes misturas e geram custos adicionais para os fornecedores;
- **Complexidade dos processos nos fornecedores** – Os fornecedores têm que despende um esforço significativo na gestão dos requisitos dos diferentes OEMs em relação à gestão das embalagens.

### 3.1.5 Materiais

As árvores ainda são usadas para fazer os materiais de embalagem mais utilizados no mundo: a madeira, o papel e o cartão. A Figura 3.1 mostra as proporções em que são utilizadas os vários materiais nas embalagens, em relação ao valor total, em 2012 (Twede *et al.*, 2015, p. 61).

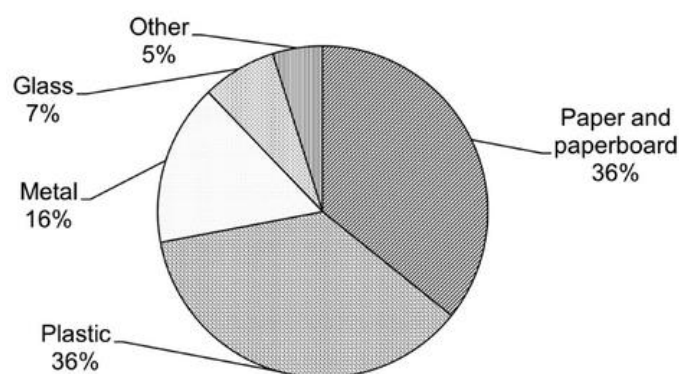


Figura 3.1 - Percentagem de utilização do material das embalagens.

Fonte: Twede *et al.* (2015, p. 61)

### **a) Plásticos**

Os sacos e recipientes de plástico são muito comuns nas embalagens logísticas. Os barris de plástico são utilizados para o transporte de produtos químicos líquidos, enquanto que os sacos são utilizados para produtos sólidos a granel. Os plásticos de alta densidade são utilizados para contentores, com tampa rígida, para armazenar e transportar pequenos objetos (Sople, 2010, p. 154).

Os plásticos têm as seguintes vantagens (Paine, 1991, p. 5):

- São leves;
- São resistentes à passagem de humidade e gases;
- São resistentes a fungos e bactérias;
- Fornecem bom isolamento térmico.

Além disto, certos plásticos apresentam propriedades, tais como a transparência, flexibilidade e elevada resistência à tração e ao impacto. Para proporcionar uma maior gama de propriedades, os plásticos são muitas vezes, combinados com o papel ou folha de alumínio, ou com outros materiais de plástico para formar um laminado (Paine, 1991, p. 5).

### **b) Madeira**

A madeira é o material mais comum utilizado na construção de paletes e caixas. As paletes de madeira são mais económicas em comparação com as de metal ou plástico (Sople, 2010, p. 154). A madeira tem muitas aplicações para as embalagens. As aparas de madeira são também utilizadas em várias aplicações, de forma a preencher a embalagem, para evitar que a mercadoria no interior se mova (Voortman, 2004, p. 68).

### **c) Aço**

Os recipientes de metal, feitos de chapas de aço galvanizado leves, são usados para embalagens logísticas. Este material forte, pode ajudar no manuseio das embalagens, durante o transporte. A utilização deste material é recomendada para produtos químicos ou lubrificantes, uma vez que sendo um material resistente, é menos propenso a danos durante o transporte. Devido à sua resistência, as fugas são reduzidas (Sople, 2010, p. 154).

As vantagens do aço são (Paine, 1991, p. 5):

- Ser resistente no transporte a longas distâncias;
- Ser facilmente fabricado;
- Poder ser soldado eletronicamente;



- Poder ser fechado hermeticamente;
- Aceitar revestimentos orgânicos;
- Permitir o processamento térmico de conteúdos e não é afetado pelo calor ou frio;
- Poder ser decorado;
- Ser resistente à luz, humidade e odores;
- Poder ser reciclado sem perda de qualidade

#### **d) Cartão**

A primeira embalagem de cartão foi produzida na Inglaterra por Sir Malcolm Thornhill, em 1817, mais de duzentos anos depois dos chineses terem inventado o cartão para embalar a comida. (Visually, 2014). Na França, as embalagens de cartão foram popularizadas pelos fabricantes de seda. Em 1850, os irmãos Kellogg foram os primeiros a usar o cartão nas embalagens dos seus cereais. A primeira patente de cartão foi usada nos chapéus altos dos ingleses. Um acidente numa fábrica em Nova Iorque danificou vinte mil sacos de papel, contudo, Robert Gair deu conta que elas podiam ser usadas para criar moldes para embalagens dobráveis. Em 1890, Gair inventou uma máquina para produzir embalagens de cartão já cortadas, usando uma folha de cartão que podia ser dobrada. Seis anos depois o produtor das bolachas Nabisco começou a usar o cartão para embalar e distribuir os seus produtos. No final do século dezanove, as caixas e grades de madeira estavam a ser substituídas por embalagens de cartão canelado. Em 2009, só no Reino Unido são usadas sete milhões de toneladas de cartão em embalagens e caixas. Hoje em dia, a maior parte das embalagens de cartão são feitas de materiais reciclados. Em 2014, 70 por cento do cartão mundial era reciclado (Visually, 2014).

Alguns dos benefícios das embalagens de cartão são (FEFCO, 2016):

##### **1. Sustentável**

- **100 por cento de origem natural** - Devido ao seu teor de matéria orgânica, o papel e a cola de amido, é um produto natural. O aumento do número de árvores ajuda a diminuir o CO<sub>2</sub>, contrariando, assim, os efeitos nocivos das alterações climáticas, de uma forma natural.
- **Completamente reciclável** – As embalagens de cartão são totalmente recicláveis, na maioria dos casos. O cartão é um dos materiais de embalagem mais reciclado na União Europeia, com uma taxa de reciclagem de 71,7 por cento, em 2014, com base no relatório da European Recovered Paper Council.
- **Fácil de eliminar** - O cartão canelado é um material que pode ser rapidamente e facilmente eliminado. Pode-se colocar no lixo ou dobrar para economizar

espaço, até ser recolhido, sem ser necessário nenhuma separação. Assim, as empresas e os consumidores economizam tempo e dinheiro.

## **2. Robusto e protetor**

- O cartão canalado é resistente ao choque, impacto, sobressaltos e vibrações sem perder nenhuma das suas propriedades. É feito com uma combinação de duas folhas de papel, chamados de revestimento, colados a uma folha interior chamada miolo. A rigidez e leveza das embalagens de cartão canalado ajuda a reduzir os custos, ao mesmo tempo que garante o máximo desempenho do material, especialmente em termos de resistência à compressão vertical. É, também, um excelente isolamento térmico.

## **3. Parceiro ideal da logística**

- **Mantém o mundo em movimento** - Sendo altamente adaptável, o cartão canalado é o material ideal para satisfazer as diferentes expectativas dos parceiros logísticos em toda a CA. O cartão canalado pode criar valor acrescentado para as empresas, reduzindo os custos.
- **Transporte de mais produto** - Utilizar embalagens de cartão canalado fornece o máximo de empilhamento e espaço, o que garante que cada veículo pode transportar a sua máxima capacidade. Isto significa que o transporte é otimizado, e como consequência, há menos camiões na estrada, menos tráfego, redução de emissões de poluentes e de custos. Comparando com outros sistemas, esta é a melhor solução de embalagem, especialmente quando envolve longas distâncias.
- **Eficiente** - As embalagens de cartão canalado permitem o seguimento e localização do produto embalado. Este é um material de embalagem ideal para a impressão de todos os tipos de códigos. Estes códigos são a chave para os sistemas de gestão de *stocks* informatizados. A indústria também está a investigar as tendências futuras, tais como o desenvolvimento de embalagens inteligentes. O RFID pode substituir os códigos de barras. Por esta razão, a indústria do cartão canalado está a testar novas aplicações com esta tecnologia.
- **Remove a complexidade na CA** - É uma solução de embalagem simples que não tem nenhum custo «escondido».

## **4. Embalagens para os proprietários das marcas**

As caixas têm excelente operabilidade num ambiente automático; o cartão canalado é ideal para sistemas completamente automatizados e é fácil de montar, podendo ser enchido com grande velocidade em linhas de embalagem automatizadas. Devido à sua

leveza, capacidade de dobrar e empilhar, as embalagens de cartão canelado são fáceis de transportar, manusear, armazenar e descartar. Além disso, otimiza o espaço alocado para armazenamento em todos os pontos da cadeia logística. Oferece também soluções eficientes e de fácil utilização, para levar os produtos para as lojas.

## **5. Alta tecnologia e inovação**

- **Identificar produtos** - A moderna gestão da CA apela para a utilização de RFID. Assim, é fácil identificar os produtos. As etiquetas RFID são fáceis de colocar neste material que rapidamente é identificado em qualquer momento ou lugar.
- **Novos desenvolvimentos na indústria do cartão canelado** - Uma ampla gama de desenvolvimentos estão a ser disponibilizados pela maioria das empresas de cartão canelado:
  - Melhorar a resistência à água e impermeabilização, sem prejudicar a capacidade de reciclagem;
  - Materiais mais resistentes à corrosão;
  - Desenvolvimentos contínuos na qualidade do cartão canelado;
  - Melhorias na eficiência global do cartão;
  - Progressos nos sistemas de controlo de processos.

## **6. Contribuição para a sociedade**

- **Mundo sem o cartão canelado** – Sem o cartão canelado, os sistemas logísticos e de transporte entrariam em colapso. O manuseamento seria confuso, ineficiente e caro, pois os produtos precisam de transporte e logística de embalagens. A embalagem alternativa não seria capaz de executar as mesmas funções que o cartão canelado, de uma forma tão eficiente. Na maioria dos casos, a embalagem alternativa é menos eficiente, em termos de espaço, com um peso mais elevado e de tamanho inferior.

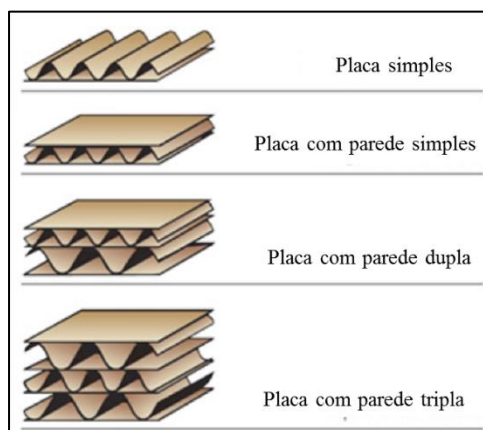
Segundo Paine (1991, p. 5) as vantagens do cartão são:

- Poder ser produzido em diversas gramagens e convertido em muitas formas;
- Poder ser facilmente combinado com outros materiais para formar produtos revestidos ou estratificados;
- Poder adquirir diferentes graus de opacidade;
- Ser particularmente adequado à embalagem para o transporte;
- Poder ser convertido em embalagens rígidas;
- Manter as suas características ao longo de várias temperaturas;

- Ser reciclável.

As embalagens normalizadas podem ser mais facilmente empilhadas, resultando em menos congestão no armazém da loja. A identificação completa do conteúdo da embalagem facilita a gestão de *stocks* no retalho e o aprovisionamento (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 236).

Os diferentes tipos de cartão canelado que existem no mercado estão descritos na Figura 3.2 (Packsize, 2013):



*Figura 3.2 - Tipos de cartão.*

*Adaptado de: Packsize (2013)*

- **Placa simples** - Não tem a durabilidade que os outros tipos de materiais de embalagem de cartão canelado têm. No entanto, é o mais económico de produzir e pode fornecer uma camada extra de proteção a produtos já embalados;
- **Placa com parede simples** – É o estilo de cartão canelado mais comum e mais fabricado;
- **Placa com parede dupla** - Muito mais resistente à quebra, quando empilhado. Este tipo de cartão é normalmente utilizado para embalagens industriais maiores;
- **Placa com parede tripla** - Forte o suficiente para ser um substituto de caixas de madeira. É utilizado tradicionalmente para o transporte de produtos químicos.

A Tabela 3.2 apresenta um resumo sobre as vantagens e desvantagens dos diversos tipos de material.

Tabela 3.2 - Vantagens e desvantagens dos diversos materiais.

Adaptado de: Soople (2010, p.155)

	Madeira	Plástico	Cartão canelado	Aço
<b>Vantagens</b>	Facilmente disponível	Mais durável que as paletes de madeira	Fácil de fabricar	Mais durável
	Fácil de fazer	Mais limpo que as paletes de madeira	Alternativa mais económica	Muito forte
	Pode ser reparada em casa	Pode ser moldado à máquina	Pouco pesado	Alta reparabilidade
	Suporta cargas até 2000 kg	Sem variações dimensionais	Fácil de movimentar	Para capacidades até 4000 kg
			Pode ser recilado	Pode ser produzido mecanicamente
<b>Desvantagens</b>	Variações dimensionais devido à fabricação manual	Não descartável	Facilmente danificável	Mais caro
	Sujeito ao ataque por insetos	Resistência inferior à da madeira	Limite de carga	
	A estrutura da madeira pode afetar a rigidez	Não pode ser reparado		
		Mais caro que as paletes de madeira		

### 3.1.6 Embalagens retornáveis

Um problema relevante na LI, que pode oferecer benefícios ambientais e económicos é o retorno das embalagens (Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399). A embalagem reutilizável inclui paletes, *racks*, vários tipos de contentores, que são utilizadas para mover os produtos com eficiência e segurança em toda a CA. São tipicamente usadas por fabricantes e seus fornecedores, numa CA bem organizada. A embalagem é de material durável, tal como metal, plástico ou madeira (Figura 3.3) (Fleckenstein e Pihlstroem, 2015, p. 10).



Figura 3.3 - Exemplos de embalagens duráveis reutilizáveis.

Fonte: Deloitte (2012, p. 3)

A embalagem deve atender a quatro requisitos para ser considerada reutilizável pela Reusable Packaging Association (RPA) (cit. por Fleckenstein e Pihlstroem, 2015, p. 10):

1. A embalagem reutilizável é reutilizada para a mesma ou similar aplicação;
2. A embalagem deve ser capaz de satisfazer os requisitos de *design* originais para três usos consecutivos (isto é, duas reutilizações);
3. Durante a sua vida útil, a embalagem é recuperada, inspecionada, reparada e reeditada na CA para reutilização;
4. Há um processo para a reciclagem e/ou reutilização da embalagem no final da sua vida útil.

Liva, Pontello e Oliveira (2004, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399) identificam uma LI específica para embalagens, a par das logísticas de pós-venda e pós-consumo. Nhan, Souza e Aguiar (2003, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399) mencionam que há uma tendência mundial para a utilização de embalagens retornáveis, reutilizáveis ou de múltiplas viagens. Quanto ao retorno de embalagens, Lima e Caixeta Filho (2001, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399) comentam que este fluxo pode reduzir desperdícios de valores e riscos ambientais, pela reutilização, recuperação e reciclagem dos materiais das embalagens.

Um contentor retornável é um tipo de embalagem secundária ou terciária, que pode ser usado mais de uma vez da mesma forma, ao contrário dos contentores do tipo *one-way*, descartados logo que se dê o uso do produto. Para tal, é necessário que o sistema de gestão de retorno de embalagens esteja montado e que seja eficaz, para que os contentores estejam disponíveis no ponto e no momento em que forem requisitados (Kroon e Vrijens, 1995, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399).

Outra necessidade do sistema de gestão de embalagens retornáveis é a determinação das rotas. As embalagens reutilizáveis e recicláveis são transportadas na direção oposta à distribuição, podendo surgir aqui um problema de planeamento de rotas (Dethloff, 2001, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399). As embalagens retornáveis, embora apresentem um maior custo unitário, requerem equipamentos e sistemas para o manuseio inverso, exigem manutenção e sofrem depreciação, tendendo a ter uma diminuição no custo total, pois permitem uma maior utilização e uma redução no consumo total de materiais. Quanto mais a embalagem for reutilizada, mais rápida é a recuperação do investimento (Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399).

Leite e Brito (2003, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399) compara embalagens descartáveis com embalagens reutilizáveis. Segundo o autor, as embalagens retornáveis possuem os mesmos inconvenientes das descartáveis, tais como, os custos de transporte direto e de retorno, administração de fluxos, receção, limpeza, reparos eventuais, armazenamento e capital investido. O mesmo autor considera que há três aspetos que devem ser tidos em conta aquando da decisão sobre a embalagem: os sistemas de produção de alta velocidade de resposta (*JIT*), nos quais há exigência de rápida alimentação das linhas de

montagem e alta frequência de entregas; a crescente consciência ecológica empresarial, pelo impacto dos seus produtos, embalagens e acessórios no ambiente; o desenvolvimento de empresas prestadoras de serviço de locação de embalagens e acessórios, que permitem reduções de custo aos utilizadores.

Rogers e Tibben-Lembke (2001, cit. por Adlmaier e Sellitto, 2007, p. 399) comentam que não se deve olhar só para os custos de transporte para tomar decisões sobre embalagens retornáveis, já que também vão afetar os custos de manuseio e rastreamento. Destacam a importância do desenvolvimento de embalagens leves e resistentes, uma vez que muitos custos de embarque estão associados ao peso da carga e à necessidade de acondicionamento para prevenir o dano no transporte. O aproveitamento do espaço das embalagens retornáveis também deve ser considerado, de modo a que não haja espaço perdido, prejudicando assim o aproveitamento dos contentores e veículos, aumentando o custo de transporte. O ganho em ergonomia é outro fator destacado pelos autores, de modo a preservar a saúde ocupacional dos operadores, tanto na fabricação, como no uso ou descarte das embalagens.

As embalagens reutilizáveis são vantajosas para várias indústrias e importantes em todos os pontos da CA. Exemplo de algumas indústrias que utilizam embalagens reutilizáveis são automóvel, alimentar, farmacêutica, eletrónica, química e têxtil (RPA, 2015).

Segundo a RPA (2015) estas embalagens reutilizáveis trazem vantagens económicas, sociais e ambientais:

➤ **Económicas:**

- Reduz os custos gerais de embalagem;
- Rápido retorno sobre o investimento;
- Reduz os danos de produtos caros;
- Reduz os custos de trabalho;
- Reduz *stocks*, requerendo menos espaço;
- Redução do custo/viagem;
- Melhora a eficiência do transporte de cargas, resultando em menos viagens e redução de custos de combustível;
- Valor residual no final da sua vida útil.

➤ **Sociais:**

- Recicláveis no final da sua vida útil;
- Melhora a segurança no local de trabalho;
- Melhora a eficiência no local de trabalho.

➤ **Ambientais:**

- Evita que certos resíduos entrem no fluxo de resíduos sólidos;
- Reduz as emissões de gases de efeito de estufa;
- Permite redução na fonte;
- Requer menos energia.

### 3.1.7 Custos

Qualquer estudo de embalagens envolve consideração de custos. É essencial uma boa compreensão dos vários elementos incluídos no custo de uma embalagem – não apenas o material e a mão-de-obra, mas também os custos fixos que compõem o custo total (Hanlon, Kelsey e Forcinio, 1998, p. 27).

A embalagem afeta quase todos os custos na CA. Por exemplo, danos na movimentação da carga, controlo e custos de armazenagem são dependentes da qualidade e desempenho das embalagens e da informação incluída na embalagem (Chan, Chan e Choy, 2006, 1089).

Johnsson e Jönson (2000, p. 6) discutem o aspeto estratégico da embalagem e o facto desta influenciar o custo total de duas formas: direta e semidireta. A influência semidireta é o modo como as embalagens podem influenciar indiretamente os custos no escoamento dos produtos, como, por exemplo, com menos capital empatado no armazenamento.

O custo de embalagem é dividido em oito categorias: custo do material novo; custo de montagem; custo de devolução; custo de desmontagem; custo de manutenção para reutilização; custo de reciclagem e custo de descarte (Jarupan, Kamarthi e Gupta, 2003, p. 7-8).

O fator crítico que deve direcionar as decisões sobre as embalagens é o grau de proteção. O projeto e o material da embalagem devem ser articulados de modo a garantirem um adequado nível de proteção (Bowersox e Closs, 2009, p. 365). Quanto mais elevado for o valor do produto, maior é a justificação para uma proteção total da embalagem. Se, para além de elevado valor, o produto for frágil, o custo de proteção terá tendência a ser maior (Amaral, 2012, p. 90).

## 3.2 TRANSPORTES

### 3.2.1 O papel dos transportes na logística

Os transportes desempenham um papel importante no sistema logístico. Sem transporte, uma forte estratégia logística não consegue alcançar a sua capacidade máxima. Os sistemas de



transporte e de logística têm uma relação de interdependência, pois sem um deles não é possível realizar as atividades predefinidas (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 37). Além disso, um bom sistema de transportes, ao atuar nas atividades logísticas, proporciona benefícios para a qualidade do serviço e competitividade da empresa (Tseng, Yue e Taylor, 2005, p. 1662), bem como melhoria da eficiência da logística, reduzindo os custos de operação (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 37).

O transporte afeta os resultados das atividades logísticas e influencia a produção e a venda. O valor do transporte varia de acordo com as diferentes indústrias. Para produtos com pequeno volume, baixo peso e valor alto, o custo do transporte corresponde a uma pequena parte do preço de venda, sendo menos importante. Para produtos de grandes dimensões, pesados e de baixo valor, o custo de transporte ocupa uma grande parte do preço venda, afetando mais os lucros, sendo assim mais considerado e importante (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 37).

O transporte é necessário em todos os procedimentos de produção, desde a fabricação até à entrega aos consumidores finais. Só uma boa coordenação entre cada componente da cadeia logística trás os máximos benefícios. O sistema de transporte é um elemento chave da cadeia logística. Na verdade, é a gestão do transporte que faz com que seja possível ter o produto certo, na quantidade certa, nas condições certas, no lugar certo, no momento certo, para o cliente certo, pelo preço certo (Nedelescu-Ionescu e Rujan, 2014, p. 36).

O sistema de transporte é a atividade económica mais importante entre os componentes de negócios dos sistemas logísticos. Cerca de um terço a dois terços das despesas dos custos logísticos das empresas são relativos aos transportes. De acordo com a investigação do National Council of Physical Distribution Management (NCPDM), em 1983, o custo de transporte, em média, representaram 6,5 por cento da receita do mercado e 44 por cento dos custos logísticos (Tseng, Yue e Taylor, 2005, p. 1660-1661). É possível verificar esta afirmação na Figura 3.4, resultante de um estudo realizado, em 2008, pela A. T. Kearney em parceria com a European Logistics Association. O estudo foi feito em 180 empresas (de oito ramos da indústria) de 18 países europeus (Teixeira, 2014, p. 21). É evidente a elevada percentagem que os custos de transporte representam relativamente aos restantes custos logísticos. A percentagem do custo logístico total de cada ano, representado na Figura 3.4 é em relação ao valor das vendas líquidas desse ano e, apesar de se verificar uma diminuição dos custos logísticos totais entre 1987 e 2003, é notório o aumento a partir de 2003. Entre 2003 e 2008, os custos logísticos aumentaram quase 20 por cento, sendo este aumento quase uniforme para os três componentes de custo: transporte, armazenagem e *stocks* (Kearney, 2009, cit. por Teixeira, 2014, p 21).

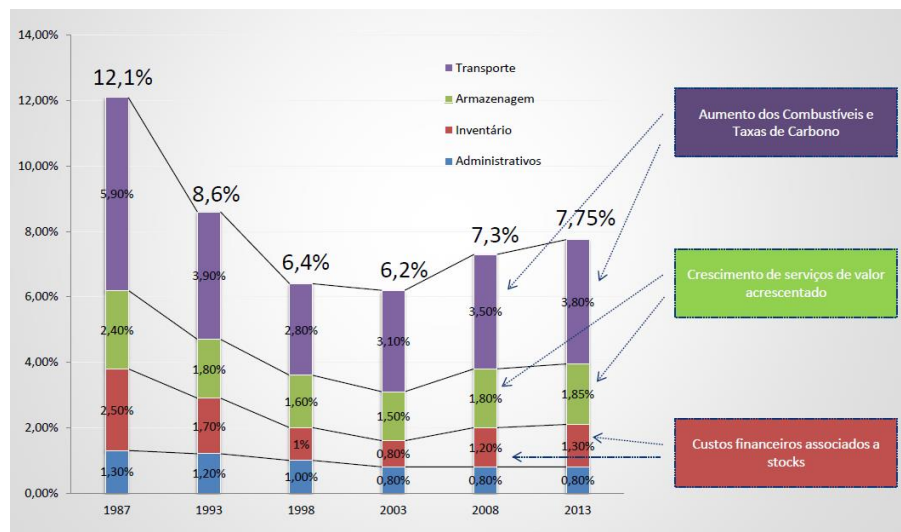


Figura 3.4 – Percentagem do custo logístico total.

Fonte: Kearney (2009)

### 3.2.2 Modos e características do transporte

O modo de transporte é a maneira pela qual um produto é movido de um local da rede da CA para outro. Vários autores como, por exemplo, Chopra e Meindl (2004, p. 415) listam os vários modos de transporte, assim como as suas características:

- Aéreo** – Modo confiável e rápido. É o tipo de transporte mais eficaz, mas também o mais caro (Kazan, Çiftçi e Hobikoglu, 2015, p. 1594). A vantagem significativa deste modo está na velocidade com que um carregamento pode ser transportado. Embora caro, a velocidade do transporte permite reduzir ou eliminar outros aspetos da logística, tais como a armazenagem e o *stock*. A capacidade do transporte aéreo é limitada pelo tamanho e peso da carga e disponibilidade de aviões (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 182). Na Tabela 3.3 encontra-se um resumo das vantagens, desvantagens e melhorias deste modo.

Tabela 3.3 - Vantagens e desvantagens do modo aéreo.

Fonte: Carvalho (2002, p. 193)

Vantagens	Desvantagens	Melhorias possíveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade de transporte</li> <li>• Boa fiabilidade e frequência entre as principais cidades</li> <li>• Bom para produtos de elevado valor a longas distâncias</li> <li>• Bom para situações de «emergência» a longa distância</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado custo para a maioria dos produtos</li> <li>• Menos rápido que o rodoviário para pequenas distâncias (inferiores a 500 km)</li> <li>• Pouco flexível por trabalhar terminal a terminal e não ponto a ponto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria de cargas/descargas em terminais</li> <li>• Melhor adequação ao multimodal, transportando partes de veículos rodoviários</li> <li>• Sistemas de informação mais sofisticados para gestão das capacidades de transporte</li> </ul>

- **Rodoviário** – O transporte rodoviário é o mais popular. A principal característica desta modalidade é a capacidade de transportar uma ampla gama de cargas (Ross, 1996, p. 592). Os camiões têm flexibilidade, pois são capazes de operar em várias estradas (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 179). Na indústria há duas variantes de transporte por camião: FTL (*Full Truck Load*) e LTL (*Less than Truck Load*). No FTL as operações têm custos fixos relativamente baixos e o objetivo primordial das empresas que adotam este sistema é programar os carregamentos de acordo com as necessidades do serviço, garantindo uma taxa de ocupação do camião alta e minimizando o tempo que eles estão inativos. Já na variante LTL os transportes de cargas são feitos em pequenos lotes. Utiliza centros de consolidação de cargas para fazer distribuição de cargas provenientes de pontos geográficos diferentes para a mesma zona geográfica. O tempo de entrega é, por norma, mais longo, porque o camião precisa de parar várias vezes para carregar/descarregar. O grande objetivo é reduzir custos operacionais através dos centros de consolidação (Chopra e Meindl, 2004, p. 417). Na Tabela 3.4 encontra-se um resumo das vantagens, desvantagens e melhorias deste modo.

Tabela 3.4 - Vantagens e desvantagens do modo rodoviário.

Fonte: Carvalho (2002, p. 192)

Vantagens	Desvantagens	Melhorias possíveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidade do serviço</li> <li>• Grande cobertura geográfica</li> <li>• Manuseamento de pequenos lotes</li> <li>• Muito competitivo em distâncias curtas/médias</li> <li>• Elevado grau de adaptabilidade</li> <li>• Fraco investimento para o operador</li> <li>• Rápido, normalmente serviço ponto a ponto</li> <li>• Manuseamento mais fácil (cargas menores)</li> <li>• Menores custos de embalagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades de carga limitadas</li> <li>• Dependente das condições climáticas</li> <li>• Dependente do trânsito</li> <li>• Dependente das infraestruturas</li> <li>• Dependente da regulamentação (circulação, horários)</li> <li>• Mais caro a longas distâncias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vários sistemas de comunicação</li> <li>• Sistema de localização por coordenadas geográficas e por via/estrada</li> <li>• Melhoria de carregamentos e sistemas de classificação em terminais</li> <li>• Incremento no uso de contentores/paletes normalizadas</li> <li>• Aumento dos sistemas semiautomáticos de carga/descarga de veículos</li> <li>• Melhoria nos contentores para se adaptarem a outros modos de transporte</li> </ul>

- **Ferroviário** – O preço e a capacidade de carga fazem com que este modo seja ideal para o transporte de produtos grandes, pesados ou de alta densidade, em longas distâncias. Os preços apresentam economias de escala, na quantidade transportada, bem como na distância percorrida (Chopra e Meindl, 2004, p. 418). Embora a vantagem mais significativa seja a capacidade de transportar grandes volumes a grandes distâncias e geralmente a custo inferior ao modo aéreo e ferroviário, existem algumas desvantagens. As principais desvantagens são, relativamente ao modo rodoviário, o tempo em trânsito e a frequência de serviço. Os comboios têm horários específicos para chegar e partir. Para além disso, este modo é terminal-a-terminal e não ponto-a-ponto (Ross, 1996, p. 594). Produtos pequenos, urgentes, de curta distância ou de embarque de curta execução são raramente transportados por via ferroviária (Chopra e Meindl, 2004, p. 418). Na Tabela 3.5 encontra-se um resumo das vantagens, desvantagens e melhorias deste modo.

Tabela 3.5 - Vantagens e desvantagens do modo ferroviário.

Fonte: Carvalho (2002, p. 193)

Vantagens	Desvantagens	Melhorias possíveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>Baixo custo para elevadas distâncias</li> <li>Adequado para produto de baixo valor e alta densidade</li> <li>Adequado para elevadas quantidades</li> <li>Possibilita o transporte de vários tipos de produtos</li> <li>Sofre pouca influência das condições climáticas e tráfego</li> <li>Superior ao rodoviário em termos energéticos</li> <li>Favorável ambientalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pouco competitivo para pequenos carregamentos</li> <li>Pouco competitivo para pequenas distâncias (inferiores a 500 km)</li> <li>Pouco flexível pois trabalha terminal a terminal</li> <li>Elevados custos de manuseamento</li> <li>Horários e serviços pouco flexíveis</li> <li>Elevada dependência de outros modos de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comboios mais frequentes e mais pequenos</li> <li>Melhoria do equipamento dos terminais</li> <li>Incremento da velocidade de trajeto e de terminal (carga/descarga)</li> <li>Uso de sistemas de informação que permitam melhorar a monitorização e o controlo das frotas ferroviárias e programação de rotas</li> </ul>

- Marítimo** – É o modo de transporte mais antigo (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 181). O transporte marítimo é o modo pelo qual são transportados todos os tipos de produtos, como, por exemplo, carros, produtos a granel e vestuário. Para as quantidades embarcadas e as distâncias envolvidas, este modo é o mais económico (Chopra e Meindl, 2004, p. 419). A vantagem principal é a capacidade de transportar grandes quantidades. Em termos de custos, o transporte marítimo situa-se entre o transporte ferroviário e o rodoviário. A principal desvantagem é a sua velocidade limitada (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 181). Na Tabela 3.6 encontra-se um resumo das vantagens, desvantagens e melhorias deste modo.

Tabela 3.6 - Vantagens e desvantagens do modo marítimo.

Fonte: Carvalho (2002, p. 194)

Vantagens	Desvantagens	Melhorias possíveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competitivo para produtos com muito baixo custo por tonelada x quilômetro transportado (químicos industriais, ferro, cimento, petróleo e minerais, entre outros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa velocidade</li> <li>• Limitado a mercados com orla marítima ou com rios navegáveis</li> <li>• Muito pouco flexível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de movimentação dos terminais</li> <li>• Melhor funcionamento sempre que associado a plataformas multimodais</li> <li>• Associação a sistemas de armazenamento em terminal (pelo menos para <i>cross-docking</i>)</li> <li>• Implementação do tráfego marítimo de curta distância</li> </ul>

- **Package Carriers** – São empresas de transporte, como o FedEx, UPS ou serviços de correio postal. Utilizam transporte aéreo, rodoviário e ferroviário para transportar, em tempo crítico, quantidades pequenas. O principal serviço que oferecem é a entrega rápida e confiável. Dada a pequena dimensão das embalagens e de vários pontos de entrega, a consolidação dos embarques é um fator chave para o aumento da utilização e diminuição dos custos (Chopra e Meindl, 2004, p. 416).
- **Intermodal** – Combina dois ou mais modos para aproveitar as economias inerentes a cada um e assim proporcionar um serviço integrado a um custo menor (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 186). Uma variedade de combinações intermodais são possíveis, sendo a mais comum o caminhão/comboio (Chopra e Meindl, 2004, p. 419). A principal vantagem do transporte intermodal consiste em combinar as potencialidades dos diferentes modos de transporte. Desta combinação podem resultar reduções dos custos económicos, segurança rodoviária, redução da poluição, do consumo de energia e do tráfego rodoviário (VMGLog, 2013).
- **Pipeline** – É usado principalmente para transportar petróleo, produtos refinados e gás natural (Chopra e Meindl, 2004, p. 419). É uma das formas mais antigas para transportar, sendo a característica mais marcante a sua localização física. A indústria dos *pipelines* é automatizada, sendo a movimentação dentro do sistema controlada a

partir de estações de bombeamento muito distantes, onde os computadores são utilizados para programar e monitorizar as operações (Ross, 1996, p. 597). Na Tabela 3.7 encontra-se um resumo das vantagens, desvantagens e melhorias deste modo.

*Tabela 3.7 - Vantagens e desvantagens do modo pipeline.*

*Fonte: Carvalho (2002, p. 194)*

Vantagens	Desvantagens	Melhorias possíveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciona ponto a ponto para líquidos ou gases (gás natural, crude, produtos de petróleo, químicos e similares)</li> <li>• Rapidez</li> <li>• Baixa mão-de-obra</li> <li>• Baixa manutenção</li> <li>• Longa vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento elevado</li> <li>• Não adaptável a vários tipos de produtos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de controlo e observação de avarias</li> <li>• Sistemas de construção modulares e mais rápidos</li> </ul>

### 3.2.3 Aspetos ambientais

Inicialmente, as emissões de gases do efeito de estufa resultavam mais do transporte ferroviário e fluvial. A partir de 1940, quando o modo rodoviário começou a dominar o transporte de mercadorias, rapidamente passou a ser o modo de transporte mais poluente. A Figura 3.5, resultante de um estudo de Fuglestvedt *et al.*, em 2008 (Carôco, 2013, p. 15) e adaptado por Uherek *et al.* (2010), representa a evolução anual das emissões de CO<sub>2</sub>, sendo possível verificar a predominância entre 1940 e 2000, do modo rodoviário (Uherek *et al.*, 2010, p. 4773).

No Reino Unido, como resultado do crescimento da energia utilizada por veículos rodoviários pesados, é esperado um aumento das emissões dos gases do efeito de estufa de cerca de 150 por cento, até 2050, em comparação com o nível de 2000 (WBCSD, 2004, cit por Carôco, 2013, p. 16). Existe uma preocupação com o crescimento futuro das emissões de gases devido ao transporte rodoviário de mercadorias, em especial por parte do Reino Unido, que anunciou uma tentativa de cumprir as metas europeias para reduzir as emissões de carbono em 80 por cento em relação ao nível de 1990, até ao ano de 2050 (Piecyk e McKinnon, 2010 cit. por Carôco, 2013, p. 16).

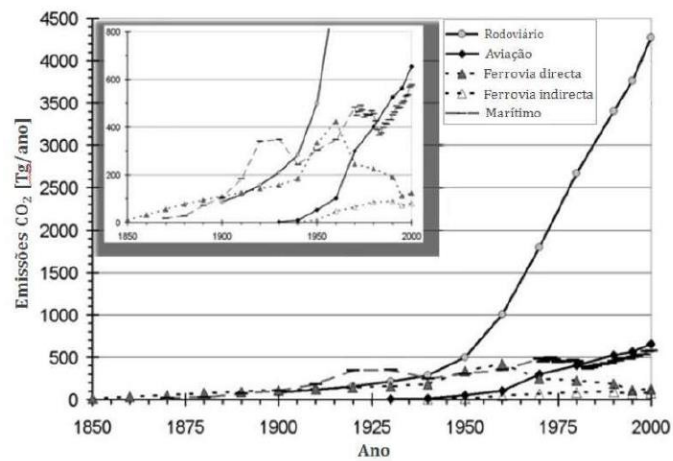


Figura 3.5 - Histórico das emissões de CO<sub>2</sub> no setor dos transportes.

Fonte: Uherek et al. (2010, p. 4773)

O transporte ferroviário de mercadorias proporciona benefícios à economia, à sociedade e ao ambiente através da eficiência dos serviços de transporte prestados, apresentando oportunidades de negócio. Estes benefícios incluem a diminuição do impacto ambiental quando comparado com os modos de transporte concorrentes (Marinov e Woroniuk, 2012, cit. por Carôco, 2013, p. 16)

### 3.2.4 Custos

Tseng, Yue e Taylor (2005, p. 1661) caracterizam o custo logístico total em função do modo de transporte e do armazenamento. Na Figura 3.6 é possível verificar que os modos de transporte mais rápidos estão associados a custos de transporte mais elevados, mas, no entanto, correspondem a custos de armazenagem menores. Por outro lado, os modos de transporte mais lentos, embora possam ser mais económicos, originam níveis de *stock* mais elevados, ou seja, custos de armazenagem maiores.

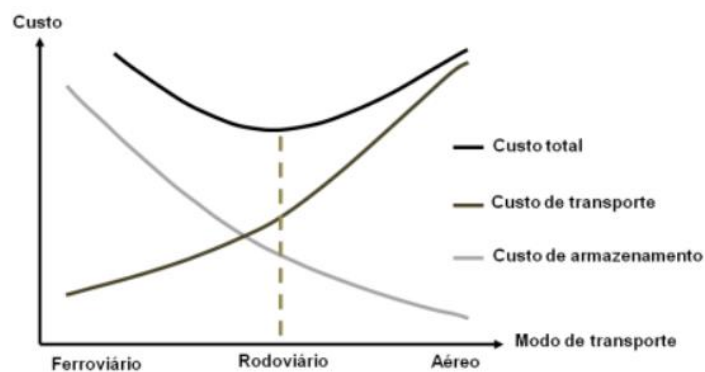


Figura 3.6 - Modos de transporte e custos totais.

Fonte: Moura (2006)



O custo de transporte é incorrido na movimentação de um bem, de um ponto de origem para um ponto destino, sendo normalmente, o maior componente do custo total logístico da empresa (Chopra e Meindl, 2003, p. 317). Os elementos de custo de atividade, quando o transporte é próprio são (Amaral, 2012, p. 80-81):

- 1) Custos do operador, por norma variáveis, que se alteram, direta e previsivelmente, em relação ao nível de atividade;
- 2) Custos operacionais que incluem as despesas de manutenção dos veículos em trânsito e abrangem custos como combustíveis, lubrificantes, depreciação das peças e dos pneus;
- 3) Custos fixos da administração e da supervisão dos transportes incluem a depreciação de instalações e de alguns equipamentos e a manutenção preventiva;
- 4) Custos tributários, decorrentes de impostos e taxas que o proprietário do veículo deve pagar para que possa deslocar-se;
- 5) Custos dos riscos originados para minimizar a exposição a danos e perdas, como a suscetibilidade de avarias, roubos e deterioração.

O custo de transporte contratado contempla os custos de frete (Faria, 2003, p. 87, cit. por Amaral, 2012, p. 81), que se dividem entre frete básico, taxas de frete e sobretaxas.

Próprio ou contratado, o custo de transporte é influenciado pela distância, pelo volume, densidade, pela facilidade de acondicionamento e de manuseio, pela responsabilidade e pelo mercado (Bowersox e Closs, 2009, p. 303-306).

A distância, o volume e a densidade são fontes de economias de escala, pois à medida que aumentam (até à capacidade do veículo), ampliam a dissolução dos custos fixos. A facilidade de acondicionamento interfere no aproveitamento do espaço do veículo. A facilidade de manuseio refere-se à maneira como as mercadorias são agrupadas fisicamente e interfere no custo pela eventual necessidade de equipamentos na carga e descarga. A responsabilidade afeta o custo de transporte por estar relacionada com a necessidade de contratação de seguros e de mecanismos para proteger os produtos. O mercado tem impacto no custo por estar relacionado com a possibilidade da viagem de retorno ser feita ou não em vazio (Amaral, 2012, p. 81-82).

### **3.3 ARMAZENAGEM**

A atividade de armazenagem em si não acrescenta valor ao produto, sendo o valor do produto o mesmo, para o cliente, quando entra e sai do armazém. Todo o processo de disponibilização do produto ao cliente está interligado com as atividades de armazenagem e transporte. A armazenagem divide-se entre gestão de *stocks* e a própria armazenagem (Carvalho, 2002).

A armazenagem deve apoiar as futuras vendas da empresa e, sem um número de unidades em *stock* adequado, poderá ocorrer a quebra de vendas e por sua vez a insatisfação do cliente. Da mesma forma, o planeamento do *stock* é fundamental à produção. A escassez de material pode dar origem à paragem de uma linha de produção ou forçar a modificação de um plano de produção, gerando custos adicionais à empresa ou até potenciando produtos com tempos de vida mais reduzidos. Ter *stock* elevado também pode criar problemas operacionais, devidos ao custo com a armazenagem dos produtos, mão-de-obra, seguros, impostos e obsolescência. A gestão da armazenagem exige uma compreensão dos princípios, custos, impacter e dinâmica de todas as atividades da CA (Bowersox, Closs & Cooper, 2002).

### 3.3.1 Missão do armazém

O armazém tem um papel importante, contribuindo para o bom funcionamento da cadeia logística. A missão de um armazém é expedir produtos com qualquer configuração, para o passo seguinte da cadeia logística, sem os danificar ou modificar de forma indesejável. Para isso, há muitos passos a dar e, portanto, algumas oportunidades de melhoria nas operações do armazém, podem ser aproveitadas. Melhorando os métodos, tem-se melhor desempenho. Se o armazém não conseguir processar as encomendas de forma rápida, eficaz e precisa, então os esforços de melhoria da cadeia logística da empresa irão ser prejudicados. As tecnologias de informação e a distribuição desempenham um papel importante na melhoria das operações do armazém. O melhor sistema de informação, no entanto, não servirá de nada se os sistemas físicos necessários para fazer sair os produtos do armazém tiverem restrições, forem mal utilizados ou estiverem desatualizados (Tompkins *et al.*, 2003, p. 403).

Há muitas oportunidades de melhoria nas operações de armazenagem, que podem tornar mais eficientes as operações de processamento e expedição das encomendas num armazém. Nessas oportunidades estão incluídas atividades, tais como, a separação e preparação de encomendas, *cross-docking*, produtividade, utilização do espaço e serviços de valor acrescentado:

- **Melhorar as operações de separação e preparação de encomendas:** a separação e preparação de encomendas é considerada a operação onde a empresa despende a maior parte do seu tempo e dinheiro, tentando com isso melhorar a produtividade. Ter uma separação e preparação de encomendas bem-sucedida é fundamental para o bom funcionamento do armazém. Por esse motivo, é legítimo dizer que os requisitos das cadeias logísticas, hoje em dia, levam as operações de armazém a desenvolver melhores soluções para a separação e preparação de encomendas.

- **Utilização do *cross-docking*:** o *cross-docking* pode ocorrer a vários níveis, seja no produtor, distribuidor, retalhista ou transportador. Os requisitos são diferentes, variando para cada operador, isto porque, enquanto uns enviam as encomendas para serem *cross-docked*, outros recebem encomendas *cross-docked*.
- **Aumentar a produtividade:** no passado, a produtividade estava diretamente relacionada com o «fazer mais rápido, com menos pessoas». A maximização da utilização de espaço, equipamento e mão-de-obra sempre foi o primeiro objetivo da armazenagem. Isto implica que a produtividade não está apenas relacionada com o desempenho da mão-de-obra, mas também com o espaço, equipamento e uma combinação de fatores que contribuem para aumentar a produtividade.
- **Utilização de espaço:** quando um armazém atingia 80 por cento da sua capacidade de ocupação, chegava-se à conclusão de que era necessário mais espaço, porque, com essa ocupação, arrumar um produto tornava-se mais demorado. Se ocorre um aumento do tempo de encontrar um local para arrumar um produto, o armazenamento adequado do produto vai-se deteriorando. Produtos com pouca saída são guardados em localizações para produtos com muitas movimentações e estes são guardados em localizações para produtos com pouca saída. Isto dá origem a uma diminuição na produtividade e um aumento de estragos e enganos, tudo por má utilização do espaço.
- **Aumentar os serviços de valor acrescentado:** o papel dos armazéns já não se restringe apenas à receção e expedição. Esse papel foi alargado, incluindo serviços que permitem que as operações no armazém de receção se tornem mais eficientes, beneficiando o cliente. Seja a nível da pré-separação e da etiquetagem dos produtos para um eventual *cross-docking* ou de uma personalização do produto a expedir, os requisitos dos clientes são cada vez mais exigentes.

Individualmente ou combinadas, as oportunidades descritas anteriormente, podem ser encontradas na maioria dos armazéns. Alterou-se, assim, a definição antiga de que o armazém é um local apenas para armazenar, reconfigurar e diminuir prazos de entrega. O armazém tornou-se muito mais complexo e totalmente movido pelas novas tecnologias (Tompkins *et al.*, 2003, p. 403-404).

### 3.3.2 Operações de armazenagem

A armazenagem engloba várias atividades específicas, desde a entrada dos produtos no armazém até à sua saída, que são (Tompkins *et al.*, 1996, p. 392):

- 1) Receção
- 2) Arrumação
- 3) Armazenagem
- 4) *Replenishment*
- 5) *Picking*
- 6) Ordenação, acumulação e embalamento;
- 7) *Cross-Docking*
- 8) Expedição

Todas estas atividades estão relacionadas entre si, dentro de um armazém, e normalmente, têm uma ordem definida dentro das instalações de um armazém, como mostra a Figura 3.7.

A atividade de receção consiste na entrada física no sistema de todos os artigos que são recebidos em armazém, em que o tipo, quantidade e qualidade devem ser assegurados de acordo com as especificações das encomendas realizadas (Gong, 2009, p. 4). A atividade de arrumação ou *put-away* inclui a transferência das mercadorias desde o cais de entrada até o local de armazenamento (Koster, Le-Duc e Roodbergen, 2006, p. 4).

A partir do momento em que os artigos armazenados são necessários para responder às necessidades dos clientes, procede-se à atividade de reposição, que consiste em movimentar os produtos armazenados, dos níveis superiores de armazenagem para os níveis inferiores, onde posteriormente é feito o *picking* (Gong, 2009, p. 4). A atividade de *picking* consiste na recolha dos artigos certos e na quantidade certa, de forma a satisfazer as necessidades dos clientes. As unidades de manuseamento no *picking* podem variar desde paletes ou caixas até embalagens individuais. Quanto menor a dimensão do produto em questão, mais complexa será a atividade de *picking* (Carvalho, 2012).

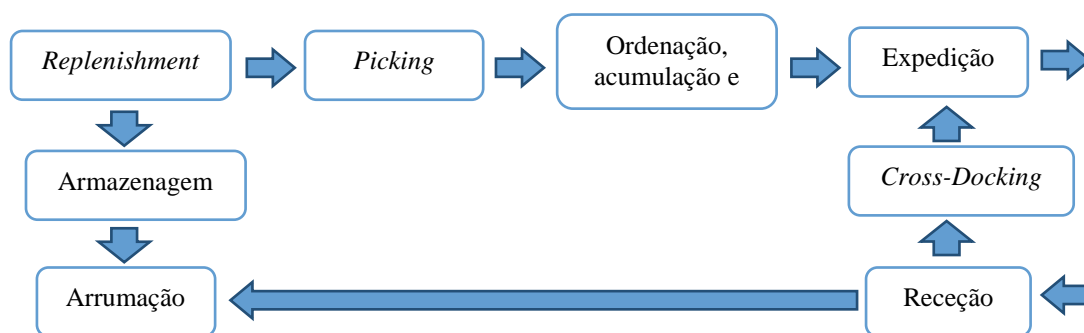


Figura 3.7 – Atividades da armazenagem e seu fluxo.

Adaptado de: Leonardo (2015, p. 24)

Em termos de custos, é de realçar a importância desta atividade no custo total de um armazém, com um peso que pode ser superior a 50 por cento, como se pode visualizar na Figura 3.8 (Gong, 2009, p. 4).

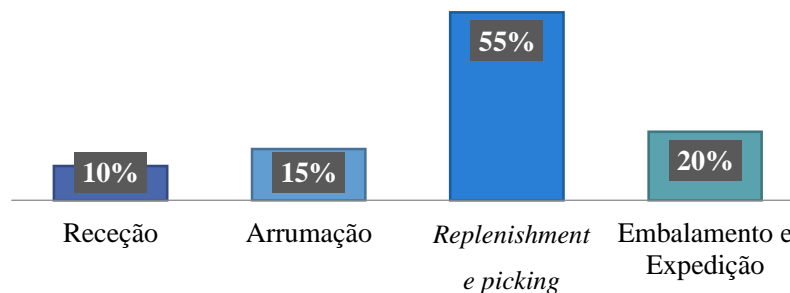


Figura 3.8 - Peso de cada atividade para os custos totais de um armazém.

Adaptado de: Gong (2009, p. 4)

Por fim, é necessário realizar a atividade de ordenação, acumulação e embalamento dos produtos, que consiste na preparação da paleta, ou seja, colocar os produtos da encomenda na paleta respetiva e proceder à aplicação de tela plástica em volta da paleta, para poder seguir para a expedição. De seguida, as paletes são agrupadas no cais, onde se procederá ao carregamento do veículo para expedição da mercadoria (Carvalho, 2012).

### 3.3.3 Movimentações

A movimentação de produtos é a chave para a produtividade do armazém por várias razões. Em primeiro lugar, o número de horas de trabalho necessárias para executar a movimentação dos materiais cria vulnerabilidade a qualquer redução na taxa de produção por hora de trabalho. A movimentação é tipicamente mais sensível à produtividade do trabalho do que a fabricação, uma vez que a movimentação é muito trabalho intensível. Em segundo lugar, a natureza da movimentação de materiais, limita os benefícios diretos que se podem obter de melhorias nas tecnologias de informação. Em terceiro lugar, a movimentação de materiais não tem sido gerida de forma integrada com outras atividades logísticas, nem recebe grande interesse da gestão de topo. Por fim, as tecnologias de automação capazes de reduzir o trabalho de movimentação são relativamente recentes (Bowersox e Closs, 1996, p. 418-419).

### **a) Considerações básicas**

A movimentação de materiais ocorre em toda a CA. Existem vários princípios básicos para orientar a seleção dos processos de movimentação de materiais (Bowersox, Closs e Cooper, 2007, p. 242):

- Os equipamentos para movimentação e armazenamento devem ser normalizados, tanto quanto possível;
- Quando em movimento, o sistema deve ser projetado para proporcionar o máximo de fluxo contínuo;
- O investimento deve ser em equipamentos de movimentação, em vez de ser em equipamentos fixos;
- Os equipamentos de movimentação devem ser utilizados ao máximo;
- Na seleção de equipamentos de movimentação, a razão entre o peso morto e carga deve ser minimizada;
- Sempre que possível, o fluxo por gravidade deve ser incorporado no projeto de sistemas.

Para Rushton, Oxley e Croucher (2000, p. 285) os fatores a serem considerados na decisão sobre o tipo de sistema de movimentação, mais apropriado, são:

- Tipos de carga movimentada incluindo as características da unidade de carga;
- Quantidade de material a ser movimentado;
- Frequência da movimentação;
- Distâncias a serem percorridas, horizontal e verticalmente;
- Número e locais de *pick-up* e deposição;
- Atividades adjacentes;
- Flexibilidade necessária.

Os princípios que regem a concepção e utilização de sistemas de movimentação são (Rushton, Oxley e Croucher, 2000, p. 286):

- Controlo da posição e movimento;
- Eliminação de movimentos desnecessários e minimização de movimentos necessários;
- Seleção de métodos de tratamento mais adequados para satisfazer os requisitos do sistema;
- Capacidade de movimentação adequada;
- Integração entre a armazenagem e outras operações adjacentes;
- Treino completo e eficaz dos operadores;
- Manutenção de equipamentos para disponibilidade efetiva e segurança operacional;

- Métodos seguros de manipulação e práticas de trabalho.

### b) Fatores que afetam a movimentação

A Figura 3.9, de St-Vicent *et al.* (2005, p.38) mostra quatro categorias determinantes da movimentação de materiais num armazém de um hipermercado. A movimentação de materiais é afetada pelo *layout* das instalações, pelos produtos, pelos equipamentos e pela gestão de *stocks*. Para cada uma destas quatro categorias são indicadas as principais restrições.

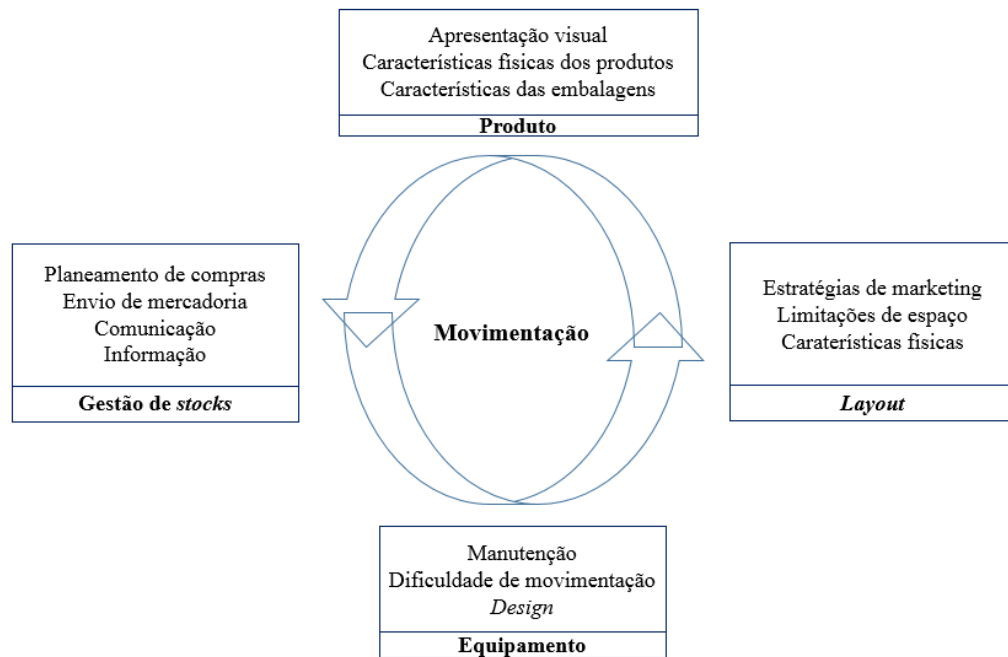


Figura 3.9 - Modelo dos fatores que afetam a atividade de movimentação.

Adaptado de: St-Vicent *et al.* (2005, p.38)

### 3.3.4 Modelos de armazenagem

Para projetar sistemas de armazenagem, o processo de *design* tem de seguir seis etapas, nomeadamente (Tompkins *et al.*, 1996, p. 554):

1. Definir os objetivos do sistema de armazenagem;
2. Analisar os requisitos;
3. Gerar modelos alternativos;
4. Avaliar alternativas do projeto;
5. Selecionar o melhor projeto;
6. Implementar.

No entanto, o mundo real dos sistemas de armazenagem apenas segue duas etapas:

1. Selecionar o sistema de armazenagem preferido;
2. Implementar.

Para analisar os modelos de armazenagem por empilhamento e em estantes com profundidade simples, foram utilizados modelos de armazenagem por empilhamento e em profundidade, tendo sido utilizada a seguinte notação (Tompkins *et al.*, 1996, p. 555-557):

**S** = Quantidade média de área no chão necessária durante a permanência de um lote no armazém (m<sup>2</sup>);

**S<sub>BSSS</sub>** = Quantidade média de área, com empilhamento e com *stock* de segurança (m<sup>2</sup>);

**S<sub>SDSS</sub>** = Quantidade média de área, em estante com profundidade simples e com *stock* de segurança (m<sup>2</sup>);

**s** = *Stock* de segurança (paletes);

**Q** = Tamanho do lote a armazenar, em unidades de carga (paletes);

**W** = Largura de uma unidade de carga (m);

**L** = Comprimento ou profundidade de uma unidade de carga (m);

**c** = Afastamento lateral entre unidades de carga ou entre uma unidade de carga e uma estante vertical (m);

**r** = Largura da prumada das estantes (m);

**A** = Largura do corredor de armazenagem (m);

**f** = Profundidade do espaço de ventilação entre as traseiras das estantes de armazenagem (m);

**κ** = Profundidade de uma fila de armazenagem (unidades de carga);

**z** = Altura da pilha ou níveis de armazenagem (unidades de carga);

**y** = Número de filas de armazenagem necessárias para conterem **Q** unidades de carga com empilhamento ou menor inteiro, maior ou igual a  $Q / \kappa z$  (unidades de carga).

#### **a) Armazenagem por empilhamento**

A armazenagem por empilhamento consiste em colocar unidades de carga em pilhas nas filas de armazenagem. É muito utilizada quando grandes quantidades de alguns produtos têm que ser armazenados e o produto pode ser empilhado, a uma altura razoável, sem que haja esmagamento da carga. Por norma, as unidades de carga são empilhadas em filas de três unidades de altura, em filas com 10 ou mais unidades em profundidade. É bastante utilizada no armazenamento de alimentos, bebidas, eletrodomésticos e produtos de papel, entre outros. Quando se retira um lote de um produto, durante um ciclo, podem surgir vagas nas filas de armazenagem, não devendo essas vagas serem preenchidas por outros lotes, até que todos os componentes do lote tenham sido retiradas da fila, de modo a conseguir-se uma rotação *First-in, First-Out* (FIFO) (Tompkins *et al.*, 1996, p.555).



O *stock* de segurança de um produto específico obtém-se quando se recebe um lote de substituição antes desse produto estar esgotado. Neste caso, o modelo de armazenagem por empilhamento pode ter características próprias, uma vez que não vai ser retirada nenhuma paleta desse produto durante algum tempo. O modelo de armazenagem por empilhamento pode incluir o *stock* de segurança (*s*) identificando as condições em que tal se verifica. Assim, a área média necessária durante a existência de um lote com *stock* de segurança,  $S_{BSSS}$  é dada pela equação 3.1 (Tompkins *et al.*, 1996, p.555):

$$S_{BSSS} = y(W + c)(xL + 0,5A)[2(Q + s) - xyz + xz]/2(Q + s) \quad (3.1)$$

Verifica-se que o denominador é o dobro do tempo de ciclo e não duas vezes o tamanho do lote.

#### b) Armazenagem em estantes com profundidade simples

Para se determinar a quantidade média de área no chão necessária em armazéns com estantes para paletes de profundidade simples calcula-se a profundidade da vista de cima e a largura. A vista de cima é igual a  $L + 0,5(A + f)$  e a largura em estantes com espaço para três paletes é igual a  $W + \frac{r}{3} + \frac{4c}{3}$ . Neste caso, a quantidade média de área no chão necessária para estantes de profundidade simples, com *stock* de segurança é dada pela equação 3.2 (Tompkins *et al.*, 1996, p.562):

$$S_{SDSS} = Q \left( W + \frac{r}{3} + \frac{4c}{3} \right) [L + 0,5(A + f)](Q + 2s + 1)/2(Q + s)z \quad (3.2)$$

### 3.3.5 Custos

Armazenagem é gerir o espaço e o tempo. Relativamente ao espaço, armazenar tem um custo por mês devido ao espaço ocupado no armazém. Gerir o tempo, inclui a mão-de-obra envolvida na movimentação de materiais, dentro e fora do armazém. Todas as empresas com armazéns incorrem nos mesmos custos, mas compilam-nos de formas diferentes (Speh, 2009, p. 1):

2. **Movimentação:** Todas as despesas associadas à movimentação do produto, dentro ou fora do armazém devem estar incluídas no centro de custo de movimentação. A maior componente é a mão-de-obra utilizada para lidar com o produto que se move através do armazém. Inclui a receção, *put-away*, seleção de encomenda e expedição. Pode também

incluir o trabalho de re-armazenar, reembalar ou reparar danos no produto. A movimentação também inclui todos os custos associados com o equipamento utilizado para assegurar o produto no armazém, tais como a depreciação do custo do equipamento e custo combustível ou eletricidade. Outros custos de movimentação são a retenção de caminhões ou vagões ferroviários. Todos os custos relacionados com os materiais em movimento fazem parte desta categoria.

3. **Armazenagem:** As despesas de armazenagem são os custos associados aos materiais em repouso. Estes custos seriam incorridos se qualquer produto nunca mudasse. Se um edifício é utilizado apenas para uma operação, o custo total da ocupação dessa instalação.
4. **Operações administrativas:** Estes custos implicam apoiar o funcionamento do armazém. Incluem custos de supervisão da linha, tecnologia de informação, seguros e impostos, entre outros.
5. **Despesas administrativas gerais:** Incluem o que não é suportado por um armazém específico. São exemplos, a administração geral, pessoal não operacional e despesas gerais de escritório.

Os custos de armazenagem contemplam todos os gastos que seriam eliminados (ou aumentados) se as instalações de armazenagem fossem extintas (ou criadas). Normalmente associam-se estes custos aos custos dos *stocks* (Lambert, 1975, cit. por Amaral, 2012, p. 87).

### 3.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A embalagem é uma preocupação importante para o transporte, armazenagem e gestão de materiais. As funções fundamentais da embalagem são proteger, conter e conservar os produtos. O enfoque logístico considera mais as questões de transporte, armazenagem e movimentação. A importância e utilização da embalagem têm aumentado ao longo do tempo. Uma boa embalagem tem muitos benefícios, mas também pode ter algumas desvantagens, dentro do sistema logístico. Independentemente do seu material, nomeadamente o cartão ou outros materiais recicláveis, a embalagem afeta quase todos os custos na CA.

## 4 DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

---

A descrição do caso de estudo começa por uma breve descrição da empresa, das suas atividades logísticas e das embalagens utilizadas na VW AE. Por último é feita a análise e seleção das peças para o caso de estudo.

### 4.1 VOLKSWAGEN AUTOEUROPA

A Volkswagen é um dos maiores fabricantes de automóveis do mundo, criada em 1930, sendo a sua sede em Wolfsburg, na Alemanha. Volkswagen significa «carro do povo» e foi com este objetivo que Ferdinand Porsche quis criar um automóvel barato e que qualquer pessoa podia adquirir.

Atualmente o Grupo Volkswagen possui 119 fábricas, das quais 20 estão na Europa. Conta com cerca de 610 mil colaboradores, em todo o mundo, com uma produção diária de 42 mil veículos, sendo estes vendidos, posteriormente, em mais de 150 países.

A Volkswagen Autoeuropa (VW AE), fundada no ano de 1991 (Figura 4.1), foi o resultado de uma *joint-venture* entre a Ford e a Volkswagen, com o objetivo de construir uma das melhores e mais modernas fábricas da Europa e de produzir três modelos de veículos automóveis. Após um investimento de 1970 milhões de euros e passados quatro anos, iniciou-se a produção. A fábrica foi inaugurada a 26 de abril de 1995 e começou a produzir a 2 de maio de 1995. Em 1999, a Volkswagen adquire 100 por cento do capital social da Autoeuropa. Atualmente a fábrica tem uma área de 1 100 000 m<sup>2</sup>.

Em fevereiro de 2006 a empresa anuncia a produção de um novo veículo, o Volkswagen EOS, que exigiu um investimento do Grupo de mais de 600 milhões de euros, tornando a VW AE numa das fábricas pioneiras na aquisição de uma linha única e flexível. Em 2008, juntou-se a esta linha o Scirocco. Durante o ano de 2009 a linha de produção do primeiro monovolume foi reduzida progressivamente, para dar origem a uma linha única. Em 2010 iniciou-se a produção dos novos Volkswagen Sharan e Seat Alhambra, numa única linha de produção. Em julho de 2015 o EOS foi descontinuado.

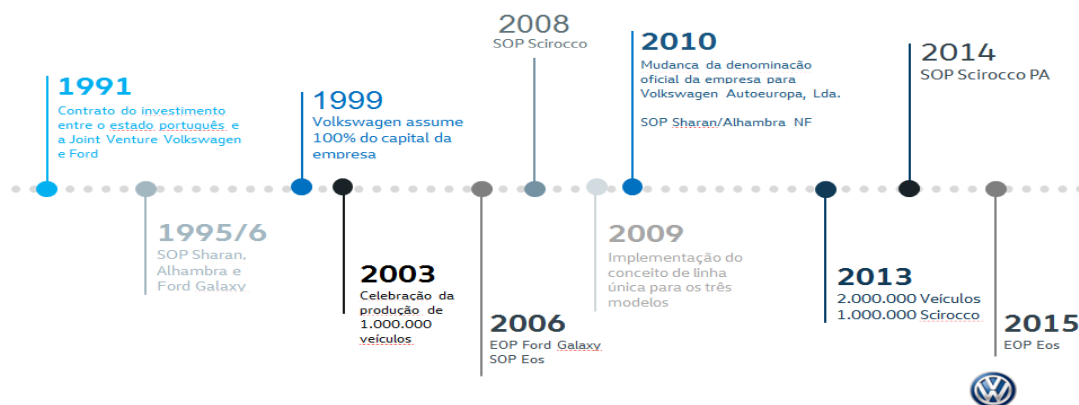


Figura 4.1- Volkswagen Autoeuropa ao longo do tempo.

Fonte: VW AE (2016)

#### 4.1.1 Missão

A missão da VW AE é a produção de veículos automóveis de qualidade, através do crescimento de competências dos recursos humanos orientados pela inovação e regulada pelos princípios de criação de valor, flexibilidade e responsabilidade social.

Com isto, a VW AE pretende atingir a máxima produtividade, mantendo sempre a qualidade, garantindo a satisfação dos clientes e a qualificação, bem-estar e motivação dos seus colaboradores. Adicionalmente, o ambiente também é uma preocupação, sendo assegurada a melhoria contínua do desempenho ambiental, tanto dentro da fábrica como junto da comunidade.

#### 4.1.2 Cadeia de Abastecimento

A VW AE tem 668 fornecedores, dos quais 646 são de longa distância e 22 estão localizados no seu parque industrial, abastecendo-se de acordo com a filosofia *Just in Time* (JIT). A CA simplificada da VW AE está representada na Figura 4.2.

Os clientes da VW AE estão dispersos pelo mundo, tendo a Alemanha, em 2014, aumentado as suas importações, em cerca de 29 por cento, em relação ao ano anterior. Segue-se a China, com 23,6 por cento. Os valores dos aumentos das exportações para os principais clientes da VW AE, em 2014, estão representados na Figura 4.3. Do total da sua produção, 99,1 por cento é para exportação.

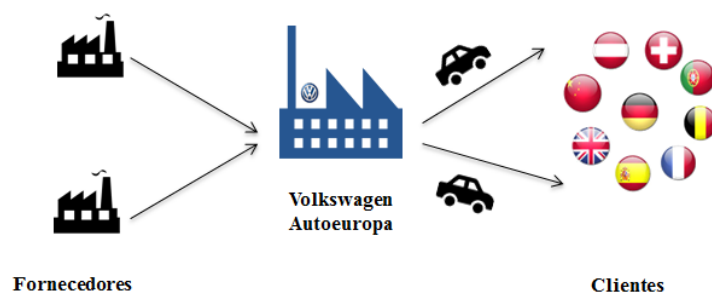


Figura 4.2- Cadeia de abastecimento da VW AE.

Adaptado de: VW AE (2016)

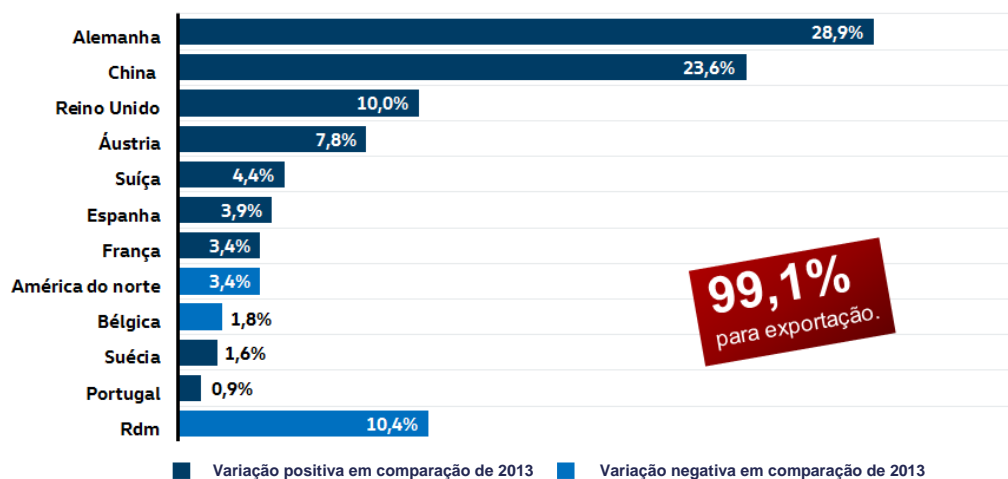


Figura 4.3 – Variação da percentagem de exportação por país em 2014 relativamente a 2013.

Fonte: VW AE (2014)

## 4.2 FORNECEDORES

O Grupo Volkswagen está disperso pelo mundo inteiro, predominantemente na Europa, contando com 72 fábricas na Europa, das quais 29 estão localizadas na Alemanha. Sendo a VW AE a fábrica na Europa mais afastada da Alemanha, como é possível verificar na Figura 4.4, acaba por ser, em alguns casos, prejudicada, devido à sua localização, no que diz respeito à sua base de fornecedores, uma vez que estes se encontram principalmente na Europa Central.



#### 4.2.2 Critérios de seleção de fornecedores

As decisões relativas à seleção dos fornecedores podem, por vezes, afetar negativamente a VW AE, devido à sua localização relativamente às restantes fábricas na Europa. Os fornecedores que existem em Portugal não são suficientemente competitivos para conquistarem o mercado do Grupo Volkswagen pois têm uma desvantagem competitiva no que diz respeito aos custos logísticos. Outra desvantagem competitiva é a sua reduzida dimensão e falta de capacidade produtiva. Os fornecedores da Europa Central têm as suas fábricas na Europa de Leste, onde o custo de mão-de-obra é mais baixo, conseguindo, assim, um menor custo final. Para além disso, o Grupo Volkswagen procura fornecedores com uma cadeia de valor acrescentado elevada, isto é, que tenham desenvolvimento técnico, que façam prototipagem e a sua própria produção.

Existe uma equipa de compras central, que faz toda a negociação de peças para as marcas do grupo, na Europa, nomeadamente para a Volkswagen. Consoante as peças necessárias, existem listas com todos os fornecedores que estão certificados pela Volkswagen, e é a partir daí que o processo de compras se inicia. É este departamento de compras central que faz todo o processo de negociação e de adjudicação de contratos.

A existência de uma equipa central de compras, pode trazer desvantagens para a VW AE, mas na verdade, as vantagens para a Volkswagen como marca e como grupo são muito maiores. É no departamento das compras centrais que está reunida toda a sinergia e o poder negocial. Os fornecedores apresentam as suas propostas para um determinado negócio/produto e o departamento de compras, de entre todas as propostas, escolhe as melhores (as de menor valor) para negociar (por exemplo, as cinco melhores). O processo de negociação decorre com cada um dos fornecedores, até à seleção do fornecedor que apresente o menor custo. Nesta fase apenas se negociam valores, já que os fornecedores que são convidados a dar cotações, são empresas devidamente certificadas em termos de qualidade, em termos técnicos e financeiros. Todo este processo de qualificação de fornecedores ocorre antes de se iniciar um processo de compras e apenas os fornecedores com nota A (a nota mais elevada) ou nota B em cada uma das categorias são convidados a fazerem propostas.

Através de um sistema da Volkswagen, é possível o departamento de compras visualizar quais as peças que são comuns a mais do que um modelo de carro e as que são exclusivas. Quando a VW AE utiliza peças exclusivas, que mais nenhum modelo do grupo usa, este departamento tem a preocupação de selecionar um fornecedor o mais próximo possível da fábrica. A decisão, no entanto, é sempre tomada tendo em conta a soma de duas componentes: o preço da peça e o custo de transporte, sendo que o preço da peça é o que terá mais peso e o valor que a Volkswagen tem como objetivo minimizar. A VW AE pode sugerir

vários fornecedores ao departamento de compras, não podendo, no entanto, tomar qualquer decisão em relação à escolha final do fornecedor. Existe, contudo, um grande acompanhamento dos processos de compras das peças mais importantes, em termos de custo de transporte para a fábrica, de modo a minimizar problemas resultantes da escolha de um fornecedor mais longínquo.

## 4.3 TRANSPORTES

### 4.3.1 Modos de Transporte

Atualmente a VW AE recebe as suas peças, dos vários fornecedores, através de três modos de transporte: rodoviário, marítimo e aéreo. A maior parte do volume transportado é via terrestre (Figura 4.6), por modo rodoviário, com uma distribuição geográfica principalmente focada em Portugal, Espanha e Alemanha. Durante o ano de 2015, a VW AE recebeu 10 656 camiões.

O **modo aéreo**, utilizado apenas em 1,5 por cento do total, é feito nos seguintes casos:

- Transportes urgentes (durante o ano de 2015 foram feitos 757 transportes urgentes);
- Por decisão do fornecedor ou analista – por norma quando o fornecedor está atrasado ou quando as peças são rejeitadas na VW AE (não estão conformes), o material é enviado por modo aéreo, caso seja urgente a sua utilização;
- De países longínquos, como o Brasil e Japão (rotas diretas).

A mercadoria que vem através do **modo marítimo**, em menor percentagem, é feita apenas no seguinte caso:

- Rotas diretas, em contentores do México, Turquia e RO-RO da Alemanha.

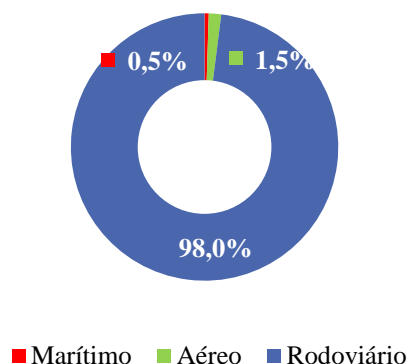


Figura 4.6- Percentagem de utilização dos modos de transporte na VW AE.

Adaptado de: VW AE (2016)



No início de 2014, a VW AE trocou os comboios pelos camiões. Esta mudança de estratégia foi principalmente devida aos vários atrasos que houve nas ligações, o que fez com que a VW AE se sentisse na obrigação de contratar novos serviços e optar pelo modo rodoviário, até hoje.

#### 4.3.2 Tipos de aprovisionamento

A VW AE, consoante a localização dos seus fornecedores, tem vários tipos de aprovisionamento.

##### a) Fornecedores do parque industrial

As peças originárias dos fornecedores localizados no parque industrial da VW AE tem embalagens próprias, não chegando a estar em *stock* na VW AE, isto é, chegam de acordo com a filosofia JIT, com o material a chegar no momento certo e na quantidade certa, indo diretamente para os pontos de descarga, de onde são enviados para a linha de montagem. A distribuição destas embalagens é feita diretamente entre o fornecedor e a VW AE. Estas peças são mais volumosas e com maior diferenciação, como é o caso dos bancos, painéis de portas, tetos interiores, para-choques e *cockpits*, entre outros.

##### b) Fornecedores externos

As peças que chegam de fornecedores externos, isto é, que não pertencem ao parque industrial da VW AE, têm três tipos de distribuição associados (Figura 4.7). As relações mais utilizadas para o transporte entre os fornecedores e a VW AE são as diretas e *milkruns*, com 51 por cento. A segunda mais frequente são os transportes regionais, com 31 por cento e, por fim, através de um centro de consolidação, com 18 por cento.

As relações diretas passam-se apenas entre o fornecedor e a VW AE. Quando os fornecedores se encontram a uma maior distância, a opção é enviarem através de um dos centros de consolidação, que se localizam na Alemanha. Consoante a localização de cada fornecedor, as peças são enviadas para o centro de consolidação mais próximo. A partir do centro de consolidação, as peças são enviadas para a VW AE.

As ligações que são feitas por transporte regional são, maioritariamente, de Portugal, Espanha e França. É possível ver todas estas opções na Figura 4.8.

Para os três casos, quando as peças chegam à VW AE são encaminhadas para o armazém LOZ, onde ficam em *stock*.

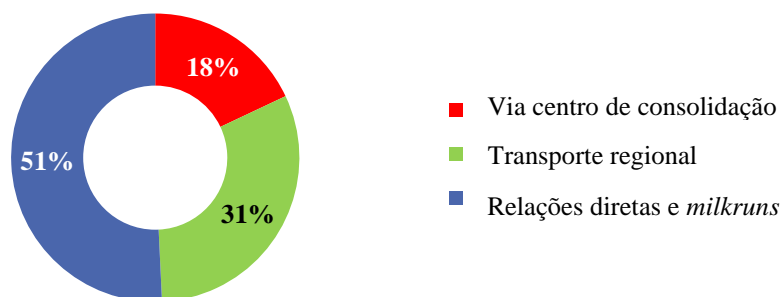


Figura 4.7- Percentagem dos tipos de distribuição existentes na VW AE.

Adaptado de: VW AE (2016)



Figura 4.8 – Exemplos dos tipos de relações de distribuição na VW AE.

Adaptado: VW AE (2016)

## 4.4 ARMAZENAGEM

Após a chegada do material à VW AE, este entra no armazém, o LOZ. Este armazém tem 20 mil m<sup>2</sup> e 9 720 localizações disponíveis, no seu total. A VW AE utiliza apenas dois métodos de armazenagem, por empilhamento e em estante (Figura 4.9), sendo a filosofia First In First Out (FIFO) a escolhida para o manuseamento do material.

As estantes têm 3,3 metros de largura, uma profundidade de 1,2 metros e nove prateleiras a partir do chão, sendo a altura de cada uma de 1,15 metros. Assim, quando a dimensão da embalagem não é adequada à estante, esta é colocada no chão e empilhada.

Relativamente ao método por empilhamento, as embalagens duráveis (de plástico, metal ou aço) têm um nível máximo de empilhamento de seis embalagens, enquanto que as embalagens de cartão só suportam 3 níveis, ou seja metade das duráveis. É possível reparar nesta diferença de alturas na Figura 4.9, do lado esquerdo.

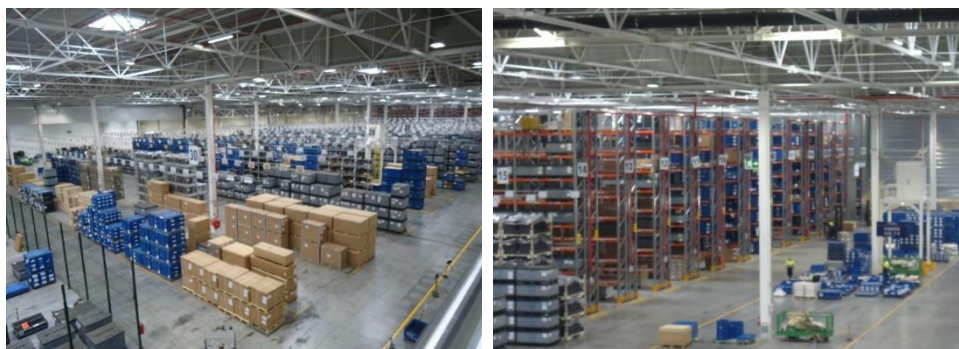


Figura 4.9 – Armazém LOZ da VW AE.

## 4.5 CUSTOS LOGÍSTICOS

Na VW AE, os custos logísticos da fábrica, BNK (*Beschaffungsnebenkosten*) são divididos em três partes, como representado na Figura 4.10:

- *B-Price*: recepção, armazenamento, transporte, retorno das embalagens vazias, embalagens e parte do manuseamento interno;
- Serviço logístico: descarga nos respectivos pontos, abastecimento na linha, sequenciação, *retrofits* (troca da peça por outra igual devido a não conformidade);
- Transporte de materiais a partir dos fornecedores até à fábrica e vice-versa.

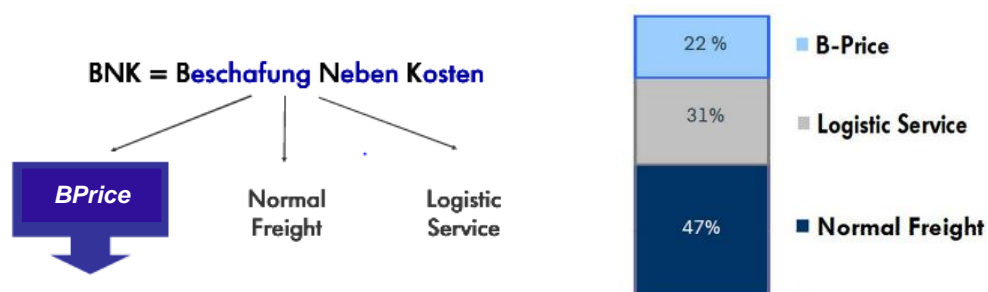


Figura 4.10 - Composição dos custos logísticos na VW AE.

Fonte: VW AE (2016)

Como a própria teoria indica e se verifica neste caso, os custos de transporte são a maior percentagem dos custos logísticos na VW AE, com 47 por cento, seguindo-se os custos de serviço logístico (31 por cento) e por último o *BPrice* (22 por cento).

O *BPrice* é um valor que é negociado entre a VW AE e o fornecedor para peças com grande volume ou de elevada complexidade, onde é definido que a responsabilidade é totalmente do fornecedor até a peça chegar ao *point of fit* (POF). Este valor pode corresponder a custos de

transporte, se o fornecedor tiver que fazer uma ligação direta com a VW AE; da embalagem, quando é pedido um novo conceito de embalagem; de movimentação interna e da forma como a VW AE quer que o material chegue, por exemplo, se este tiver que vir já sequenciado do fornecedor, entre outros custos. Cerca de 80 por cento do volume de peças transportadas para a VW AE tem o conceito de *BPrice* incorporado.

O preço total da peça está dividido da seguinte forma (Figura 4.11):

- ***APrice*** – constituído pelo custo do material inerente à peça, até sair do fornecedor, mais o custo relativo aos seguintes fatores:
  - 1) Manuseamento interno no fornecedor
    - Acondicionamento em embalagens para transporte;
    - Rotulagem de peças ou embalagens;
    - Carregamento das embalagens para transporte.
  - 2) Medidas de garantia de qualidade do produto
    - Limpeza e higiene das embalagens do fornecedor ou da propriedade da Volkswagen;
    - Remoção de etiquetas;
    - Conservação;
    - Insumos de proteção de peças (como por exemplo, capas contra poeira, sacos de polietileno, dispositivos de segurança no transporte, papel, compartimentos e lençóis de espuma);
- ***BPrice*** – inclui o *APrice* e os seguintes custos relacionados com os fatores:
  - 1) Transporte, quando a responsabilidade é do fornecedor
    - Frete para o transporte das peças;
    - Seguro de transporte.
  - 2) Embalagens
    - Aquisição de novas embalagens.
  - 3) Manuseamento interno, externo e armazenagem
    - Descarga;
    - Armazenamento;
    - Sequenciação;
    - Decantação;
    - Transporte e abastecimento até ao POF.
- **Delta (B-A) Price** – a diferença entre os dois só contempla as atividades a cima.
- ***CPrice*** – Impostos e taxas conforme a legislação.

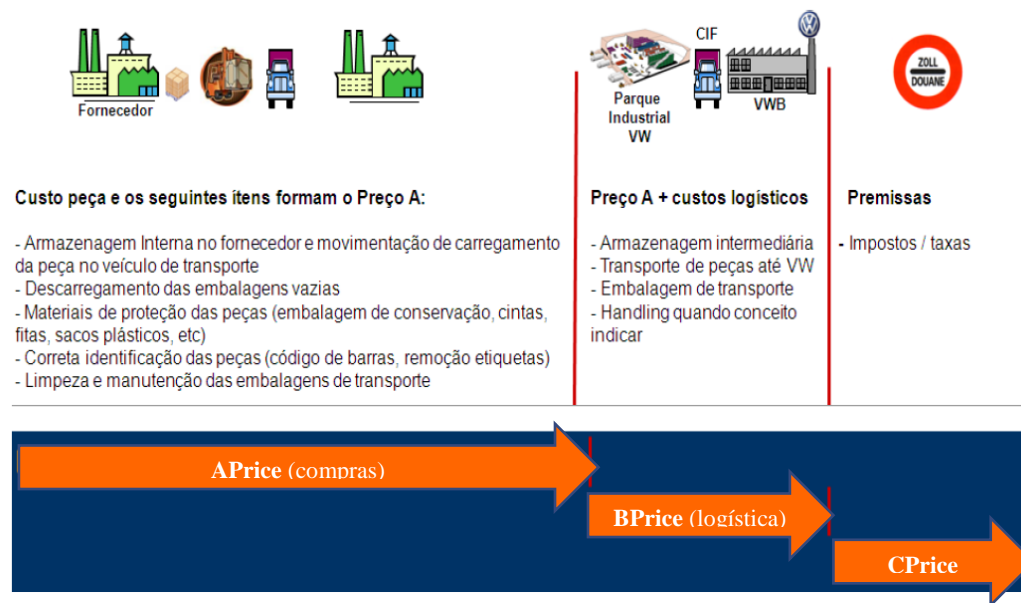


Figura 4.11 – Composição do custo total da peça.

Fonte: VW Brasil (2014)

Os custos do serviço logístico englobam todas as movimentações internas dentro da VW AE, desde a receção do material até ao retorno das embalagens vazias (LI). As movimentações internas no armazém são feitas por um parceiro logístico da VW AE e o transporte do armazém para a linha ou supermercados, por outro.

O custo de transporte é a parcela mais elevada dos custos totais logísticos. Existem fatores externos e internos que implicam estes custos elevados. Relativamente aos externos estes estão relacionados com o aumento do preço do gasóleo e das portagens; paragens obrigatórias dos motoristas e alterações de fornecedores, devido a estes se concentrarem maioritariamente no centro da Europa. Os fatores internos consistem em desperdícios que poderão existir, de espaço e tempo, no transporte; falhas ou erros dos fornecedores, que nem sempre conseguem justificar, para que seja o fornecedor responsável por este ato e que fique ele com o prejuízo e devolução de embalagens vazias a fornecedores de longa distância.

## 4.6 EMBALAGENS

A gestão das embalagens é uma atividade muito importante para a logística da VW AE. O custo que a VW AE tem com o aluguer das embalagens atuais, de metal e plástico, o retorno para o fornecedor e o valor que pagam pelas embalagens de cartão são alguns dos fatores que fazem parte desta gestão.

#### 4.6.1 Receção de embalagens

A logística interna trata da receção e expedição das embalagens depois de vazias. As embalagens têm tratamento diferenciado consoante o local para onde vão e o seu tipo.

Quando as peças chegam à VW AE, de fornecedores externos, a receção é feita pelo departamento denominado por *Traffic Control Center* (TCC), que está situado à entrada da fábrica. Inicialmente, é feita a verificação de todos os campos, tais como o *ID number*, a janela de descarga, reboque e origem, entre outros. Se tudo estiver em conformidade com o *Carriage Merchandise Route* (CMR), mais conhecido como guia de transporte, é feita a «preparação» do camião, cujas guias de remessa foram verificadas e colocadas no sistema da VW AE. É gerada uma *checklist*, juntamente com o plano de rota. Um telemóvel de apoio (com ligação GPS) é entregue ao motorista, dando sinal assim que puder entrar na fábrica. Este sinal é acionado através de outro sistema, que gere todas as janelas temporais. Através de um código de cores é indicado qual o ponto de situação do camião. Por exemplo, o amarelo significa que o camião está em andamento, até chegar ao seu destino final. Neste sistema também é possível visualizar quais os transportes que já chegaram e os que estão por chegar.

De seguida, o camião segue para o LOZ, para fazer a descarga. A Figura 4.12 descreve o processo atualmente efetuado pelo operador logístico responsável pela gestão do armazém.

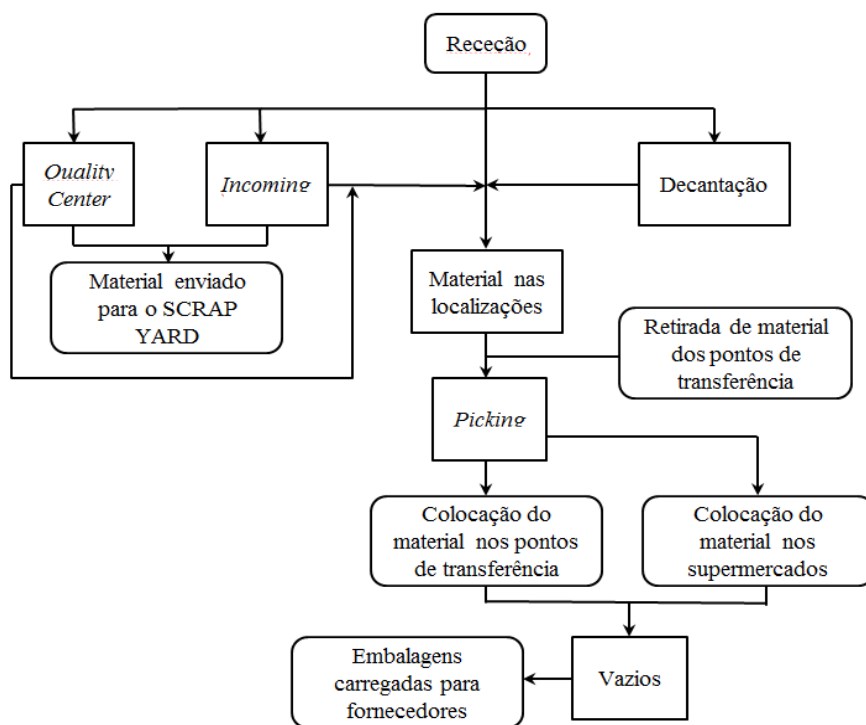


Figura 4.12 - Processo logístico desde a receção das peças até ao envio das embalagens vazias

É feita a receção do material, fazendo-se uma verificação visual das embalagens para identificar possíveis danos no material. É processada uma *checklist* e cola-se uma etiqueta interna em cada embalagem, que contém o código de localização. No entanto, algumas peças já utilizam a técnica *Global Transport Label* (GTL), em que a etiqueta já vem do fornecedor e identifica a embalagem em todo o percurso. Neste caso, a verificação é feita automaticamente. A receção termina com o material arrumado na localização definida.

#### 4.6.2 Fluxo interno das embalagens

Sempre que se deteta algum problema na embalagem que possa indiciar possíveis danos nas peças, a embalagem é enviada para o departamento de qualidade para ser inspecionada. Este passo é designado por *incoming*. No *Quality Center*, a pedido dos fornecedores é feita a verificação das peças, por empresas especializadas, por aqueles não estarem a conseguir garantir uma produção em conformidade. Quando se deteta um problema na peça na linha de montagem, todo o *stock* das peças é inspecionado.

Por vezes, pode ser necessário realizar uma decantação, que consiste na passagem das peças de uma embalagem para outra, no caso do material da embalagem original não ser o mais adequado para ir para a linha de montagem ou para um supermercado.

Assim que as peças são requisitadas, é feito o *picking* e colocadas nas zonas de transferência, de onde, posteriormente, são transportadas para a linha ou supermercados. Após o envio das peças para a linha e respetivo consumo, as embalagens vazias voltam para o LOZ, para serem totalmente limpas. Depois são agrupadas e colapsadas, sendo colocadas na zona de carga para posteriormente serem enviadas para o armazém dos vazios.

Diariamente é feita uma contabilização das embalagens disponíveis na fábrica, sendo todo o fluxo relacionado com as embalagens controlado com a ajuda de um sistema informático. Semanalmente, os fornecedores colocam no sistema informático as necessidades das embalagens e as fábricas colocam as disponibilidades. É com este sistema que se faz a gestão das necessidades vs disponibilidades e se atribuem os pedidos que os fornecedores fazem de embalagens vazias, a cada fábrica. Depois de conhecido o destino das embalagens, o operador logístico, de acordo com a informação que tem - fornecedor vs transportadora e embalagens disponíveis para envio - faz os pedidos diários do transporte. Os pedidos que o sistema mostra são semanais e as fábricas têm que cumprir com os mesmos até ao final da semana.

Por fim, as embalagens são enviadas de volta para os vários fornecedores, podendo a rota ser direta ou não, conforme a localização de cada um, tal como mencionado na seção 3.3.2.

### 4.6.3 Tipos de embalagens

Os diferentes tipos de embalagem existentes na VW AE estão divididos da seguinte forma:

- **Universal**

Entende-se por embalagem universal a caixa plástica e metálica que pode acondicionar diversas peças sem necessidade de separadores. O processo de desenvolvimento/especificação da embalagem inicia-se consoante o conceito logístico associado ao fornecedor, no ato de entrega das condições para a cotação da peça. No conceito logístico, está definida a frequência, a condição de entrega e o tipo de embalagem (universal/especial) a ser utilizada para a peça cotada.

As embalagens devem ser submetidas a um controlo de qualidade por meio de testes de durabilidade e resistência, comprovados tecnicamente. O fornecedor deverá levantar estes certificados nos fabricantes das embalagens e apresenta-los à Volkswagen, quando solicitado.

Na VW AE existem 16 tipos diferentes de embalagens do tipo universal, entre as quais:

- *Großladungsträger* (GLT), embalagens de grande porte, como na Figura 4.13;
- *Kleinladungsträger* (KLT), embalagens de pequeno porte que podem ser agrupadas para constituir uma embalagem de tamanho *standard* Volkswagen, *Global Transport* (GT), como na Figura 4.14;
- Bases e tampas que podem ser usadas nas KLT, como noutro tipo de embalagem *standard* Volkswagen que necessite de base ou tampa para expedição;
- GT, conjunto de KLT's.



Figura 4.13 - Exemplo de uma embalagem universal do tipo GLT.

Fonte: VW AE (2016)



Figura 4.14 - Exemplo de uma embalagem universal do tipo KLT.

Fonte: VW AE (2016)



As embalagens universais são retornáveis, podendo ir para diversos países, consoante os pedidos que são feitos, a disponibilidade e a prioridade de utilização. Na Figura 4.15, é possível observar a taxa de retorno deste tipo de embalagens, por país. Portugal é o país que recebe mais destas embalagens, com mais de metade da percentagem, seguindo-se a Espanha, com 30 por cento e a Alemanha com 16 por cento. Os restantes países têm uma baixa taxa de retorno.

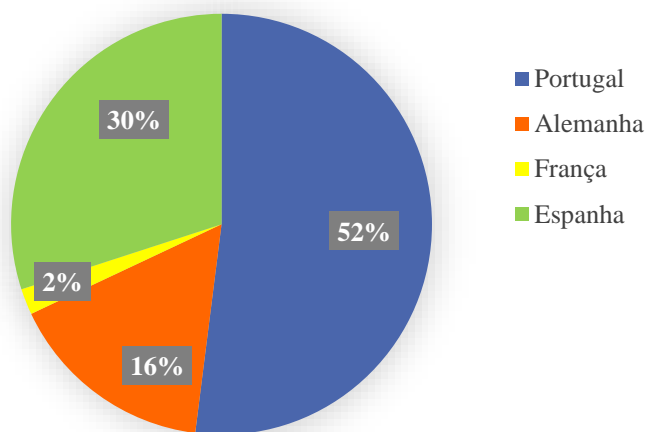


Figura 4.15 – Taxa de retorno de embalagens do tipo universal.

Adaptado de: VW AE (2015)

- **Especial**

As embalagens do tipo especial podem ser:

- Propriedade da Volkswagen, sendo específicas de determinados componentes;
- Embalagens de propriedade do fornecedor, que circulam entre a VW AE e este, não tendo custo de aluguer para a Volkswagen;
- Adaptáveis, embalagens universais que necessitaram de uma adaptação (divisórias interiores);
- Embalagens de peças específicas que são utilizadas com fornecedores específicos e que têm de retornar ao fornecedor.

Existem 31 tipos de embalagens do tipo especial, sendo estas as que causam mais custos para a VW AE, pois, para além de terem um custo superior de aluguer, quando é o caso, requerem um tratamento diferente das universais, uma vez que têm de voltar para o fornecedor, implicando um custo de *outbound* elevado.

Na Figura 4.16 está representada a taxa de retorno para as embalagens do tipo especial. Espanha é o país para onde há mais retorno de embalagens, com 39 por cento, seguida de

Portugal, com 27 por cento, Alemanha com 26 por cento, Polónia com 4 por cento e Roménia com 3 por cento. Os restantes países são pouco representativos.

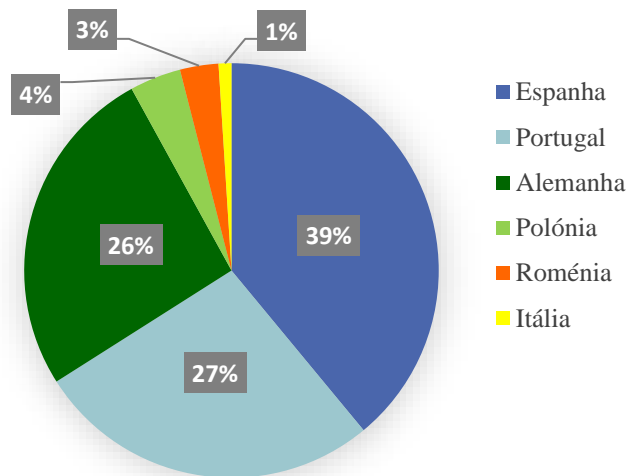


Figura 4.16 – Taxa de retorno de embalagens do tipo especial.

Adaptado: VW AE (2015)

- **Cartão**

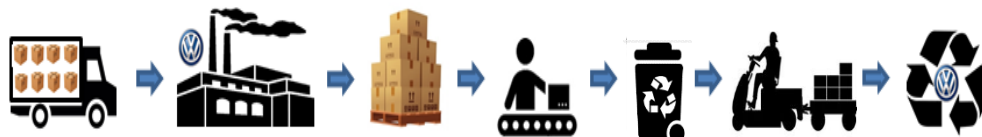
Atualmente a VW AE conta com 21 tipos de embalagens de cartão, dos mais variados tamanhos.

#### 4.6.4 Embalagens de cartão

##### a) Ciclo de vida

Na Figura 4.17 está ilustrado o ciclo de vida das embalagens de cartão na VW AE. As embalagens de cartão chegam à VW AE do mesmo modo que as restantes, de camião. Após a sua chegada são armazenadas no LOZ, até que seja necessário irem diretamente para a linha, ou para os supermercados. Quando a embalagem fica vazia, os operadores colocam-na num contentor próprio. Quando este contentor fica cheio, é transportado para o centro de triagem de resíduos não perigosos (Figura 4.18), existente dentro da VW AE. Neste centro, é feita a separação do cartão e do plástico, sendo o cartão posteriormente colocado numa máquina que o irá compactar, sendo depois, enviado por camião para o seu destino final, uma empresa internacional de reciclagem de papel e cartão, a quem é vendido. Com este processo interno, a VW AE não tem o custo de enviar o material para separação numa

empresa externa, conseguindo ganhar algum dinheiro com a venda do mesmo. Durante o ano de 2015 foram vendidas 723 toneladas de cartão, tendo a fábrica obtido uma receita de dezenas de milhares de euros.



*Figura 4.17 - Ciclo de vida das embalagens de cartão na VW AE*

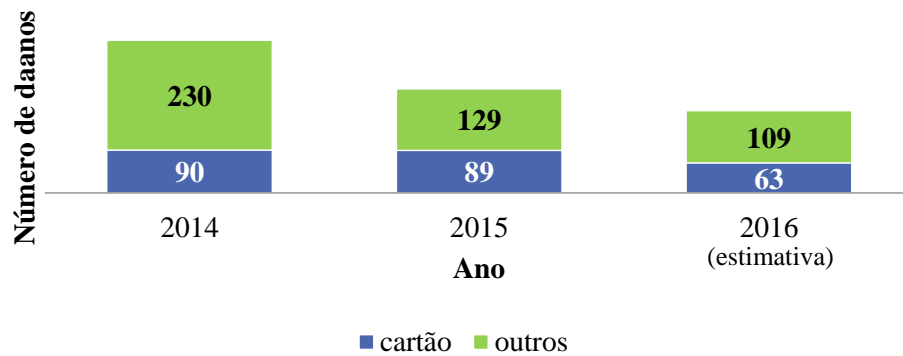


*Figura 4.18 – Centro de triagem de resíduos não perigosos*

## **b) Danos**

As embalagens de cartão, ao serem transportadas, têm uma maior probabilidade de serem danificadas, dada a natureza do seu material. A área dos transportes recebe muitas embalagens de cartão danificadas, as quais têm que ser rejeitadas, podendo ou não o seu interior estar conforme. A humidade também pode afetar estas embalagens.

Em 2014, na VW AE, houve um total de 320 danos, dos quais 90 foram em cartão, representando 28 por cento, e 230 foram danos noutra tipo de embalagens (72 por cento). Em 2015 os danos no geral diminuíram, ocorrendo 218. O número de danos nas embalagens de cartão manteve-se aproximadamente igual, com 89 e nas restantes embalagens com 129. Para 2016, com os dados até junho, fez-se uma previsão para o segundo semestre, tendo em conta os valores do primeiro semestre. Calculou-se o número de dias trabalhados em cada semestre multiplicado pelo número de turnos, uma vez que no primeiro semestre houve dois turnos e no segundo só um. Assim, estimou-se que o número total de danos para este ano será de 172, dos quais 63 são em cartão e 109 nas outras embalagens. Estes valores encontram-se representados na Figura 4.19.



*Figura 4.19 – Número de danos nas embalagens da VW AE entre 2014 e 2016*

Os danos nas embalagens de cartão podem ser devidos a diversas causas, tais como, travagens bruscas, mau acondicionamento da embalagem, humidade, má alocação ou o próprio material ser muito fraco.

Na Figura 4.20 mostram-se alguns exemplos de danos nas embalagens de cartão e na Figura 4.21 mostram-se danos nas embalagens duráveis.

Na primeira imagem da Figura 4.20, estão embalagens que caíram durante o transporte (o que leva a uma desconfiança se o produto está conforme), seguindo-se embalagens molhadas. A Figura 4.21, mostra uma embalagem de plástico e uma base de esferovite partidas.

Pode-se verificar que os dois tipos de embalagens podem sofrer danos, mas as duráveis são mais facilmente danificadas pelo impacto, devido ao material não ser flexível, donde o maior número de danos se verificar neste tipo de embalagens.



*Figura 4.20 - Exemplos de danos nas embalagens de cartão.*

*Fonte: VW AE (2015)*



Figura 4.21 - Exemplos de danos nas embalagens duráveis.

Fonte: VW AE (2015)

### c) Custos

Atualmente, a VW AE tem custos elevados de *outbound*, devido às embalagens duráveis retornarem aos seus fornecedores (quando são embalagens especiais), ao *Behaltermanagement* (empresa que gere as embalagens do Grupo Volkswagen) ou a outras fábricas, podendo haver variações dos países.

A armazenagem das embalagens de cartão também pode diferir das embalagens de plástico. Estas últimas podem ser empilhadas até uma altura maior que as embalagens de cartão. Estas diferenças podem levar a um aumento ou diminuição dos custos de armazenagem. Por último, o custo das movimentações internas também pode variar. Caso a embalagem de cartão traga um número diferente de peças do outro tipo de embalagem, isso pode afetar a movimentação dentro da fábrica, traduzindo-se num maior ou menor tempo despendido nas deslocações.

## 4.7 PEÇAS

Um dos objetivos desta dissertação é analisar quais as peças que fornecidas em embalagens de cartão podem trazer poupanças para a VW AE. É necessário, no entanto, ter vários fatores em conta, não só a nível monetário, mas também operacional, para que seja viável esta mudança, tais como: características da peça (peso, volume, função); facilidade de manuseamento; qualidade das peças; ergonomia; armazenagem e movimentações internas, entre outros.

Uma das razões para a alteração da estratégia de embalagens é o retorno das embalagens vazias. Pensar numa embalagem não retornável, pode trazer grandes vantagens em termos de poupança dos custos de transporte. Outra razão, é o valor que a VW AE paga pelo aluguer das embalagens universais. Esse valor é pago desde que a embalagem sai do fornecedor até ao retorno dos vazios. Neste caso, ao introduzir-se uma embalagem de cartão, este custo deixará de existir. Há, no entanto, fornecedores que terão que alterar os seus processos para

poderem enviar as suas peças em embalagens de cartão e cobram um preço por isso, o chamado *BPrice*, explicado na seção 3.5. Se este valor for maior que o valor pago atualmente pelo aluguer das embalagens, não compensa a mudança de embalagem.

#### 4.7.1 Análise e seleção das peças para o caso de estudo

Primeiramente foi necessário identificar os principais fatores que contribuíam para a rejeição do envio das peças em embalagens de cartão. Para isso, obtiveram-se três listas com as peças que vêm em embalagens especiais, as que vêm de países mais distantes e as que têm custos mais elevados de *outbound*. Durante várias semanas, acompanhou-se cada planeador responsável por um conjunto de peças e a partir daqui foi possível selecionar quais as peças candidatas para virem em embalagem de cartão. Após uma análise, foi perceptível que a rejeição das peças em embalagens de cartão, feita por cada planeador, foi elevada, por várias razões, tais como: peso, dimensão e função da peça, característica da peça, facilidade de manuseamento atual, ergonomia. Devido ao conhecimento e experiência de cada um, foi possível retirar as primeiras conclusões e definir um caminho para as peças a considerar.

Depois da seleção das peças, o passo seguinte foi contactar os fornecedores por correio eletrónico. Foram feitas as seguintes questões a cada fornecedor:

1. Têm embalagem alternativa? Se sim, qual?
2. Se a embalagem alternativa for em cartão, qual a possibilidade desta ser a embalagem a adotar para acondicionar as peças?
3. Quais as características da embalagem alternativa de cartão: comprimento, largura e altura; tara da embalagem; quantidade de peças por embalagem e quantidade de peças por lote.

Alguns fornecedores não têm embalagens alternativas e outros rejeitaram a possibilidade das suas peças virem em cartão porque, entre outras razões, teriam que alterar todo o seu processo e isso seria muito dispendioso para eles e consequentemente para a VW AE; o seu volume não compensaria a troca de embalagens; ou já fizeram um investimento grande para as embalagens atuais e não querem alterar tudo de novo.

Na Figura 4.22, Figura 4.23 e Figura 4.24 estão representadas os números dos tipos de peças analisados, bem como o número do tipo de peças que foram rejeitadas e aceites tanto pelos planeadores, como pelos fornecedores. Por exemplo, para as peças em embalagens especiais (Figura 4.22), de um total de 36 peças, 23 peças foram imediatamente rejeitadas pelos planeadores, devido a vários fatores, tais como peso e funcionalidade da peça, entre outros. Restaram apenas 13 peças. Foram contactados os respetivos fornecedores, tendo 4 peças sido rejeitadas por estes, 7 aceites e para 2 peças não se obteve resposta.

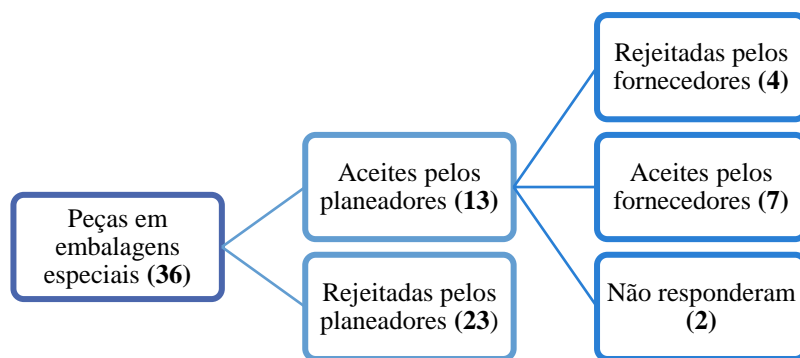


Figura 4.22 - Análise do número de tipo de peças acondicionadas em embalagens especiais

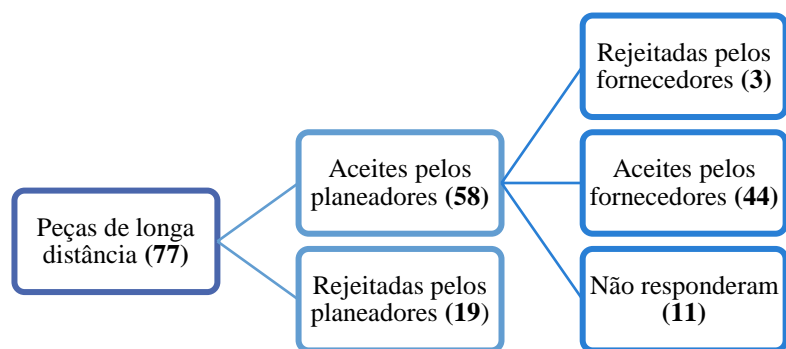


Figura 4.23 - Análise do número de tipos de peças que são de longa distância

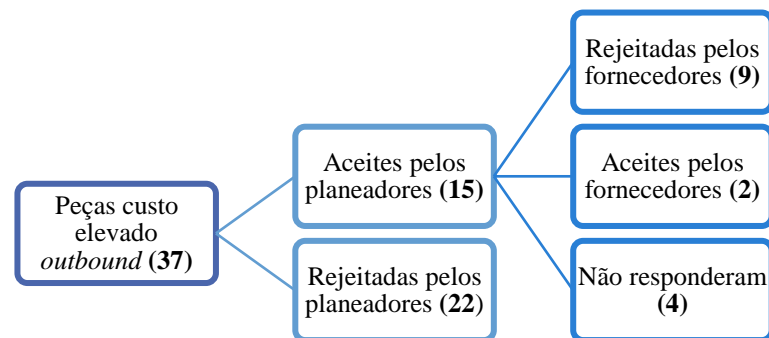


Figura 4.24 - Análise do número de tipo de peças com custo elevado de outbound

A Figura 4.25 permite uma análise comparativa entre as diferentes opções que se obtiveram para cada grupo de peças. Por exemplo, para as peças em embalagem especial, existem 7 peças com potencial para serem fornecidas em embalagem de cartão, para as de longa distância 44 peças e para as que têm um custo elevado de *outbound*, 2 peças.

Portanto, no total, obtiveram-se 53 peças com potencialidade para a troca da embalagem atual pela de cartão, apesar de só se terem obtido respostas por parte dos fornecedores para 36 peças.

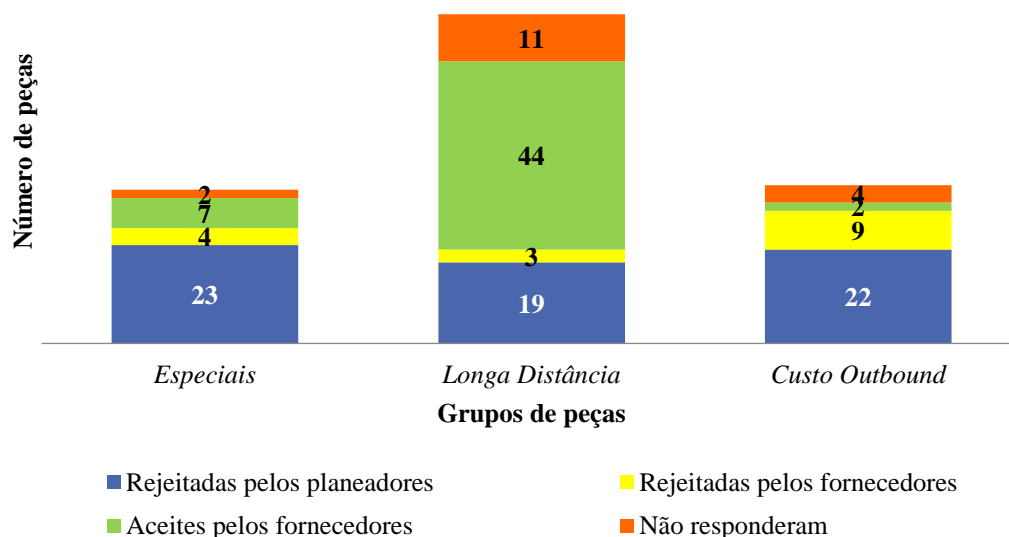


Figura 4.25 – Análise comparativa por grupo de peça

O primeiro passo para a avaliação dos custos associados à alteração das embalagens deste grupo de 36 peças foi a análise dos custos de transporte destas peças em embalagens atuais. A partir de uma folha de cálculo, criou-se uma base de dados com toda a informação relativa às peças, para que, posteriormente, a responsável pelos custos de transporte pudesse preencher alguns valores, para se obterem os custos de transporte anuais. Nesta base de dados, é possível verificar logo os custos de transporte para a embalagem atual, tal como para a possível embalagem de cartão. Mais à frente será explicado como são obtidos estes valores, a partir da base de dados.

De seguida, e na mesma base de dados, encontram-se os custos relativos ao aluguer da embalagem atual. Estes custos foram obtidos com a ajuda do responsável do *BPrice*.

Os custos de armazenagem e de movimentação interna só serão analisados para os casos específicos do estudo.

Uma vez que os custos de transporte e de aluguer de embalagem são os que têm maior peso para a VW AE, estes custos foram utilizados para a realização duma análise ABC, que classifica as diferentes peças, consoante o peso do seu custo atual anual, representado na Tabela 4.1.



Tabela 4.1 - Análise ABC relativa aos custos de transporte e aluguer de embalagem atuais

Nº Peça	Custo anual (€)	Percentagem acumulada (%)
1	92599,00	30
2	61902,50	50
3	25085,41	58
4	15674,63	63
5	15293,65	68
6	12200,53	72
7	11216,47	76
8	10388,64	79
9	8580,00	82
10	7449,30	85
11	6845,63	87
12	4322,93	88
13	3847,15	89
14	3649,21	91
15	3075,62	92
16	2556,83	92
17	2436,49	93
18	2395,08	94
19	2391,85	95
20	1977,10	95
21	1844,69	96
22	1814,10	97
23	1668,18	97
24	1595,67	98
25	1422,61	98
26	1079,20	99
27	1026,20	99
28	945,10	99
29	803,49	99
30	725,35	100
31	390,62	100
32	379,23	100
33	233,00	100
<b>Total</b>	<b>161987,83</b>	

Através da análise ABC, é possível verificar que aproximadamente 20 por cento das peças representam 76 por cento do custo total anual, ou seja, para um total de 33 peças, às primeiras 7 peças correspondem os maiores custos de transporte e de aluguer de embalagem, para a VW AE. São, portanto, as que devem ter prioridade de análise. Os cerca de 30 por cento das peças seguintes representam 17 por cento dos custos e os restantes 50 por cento, representam apenas 7 por cento dos custos.

Na Figura 4.26 está representada a curva desta análise ABC. Para este caso de estudo, é fundamental estudar as peças que, potencialmente, levem a uma maior redução de custos, através da mudança da embalagem atual para a embalagem de cartão. Iniciou-se, então, o estudo, a partir das peças correspondentes à classe A.

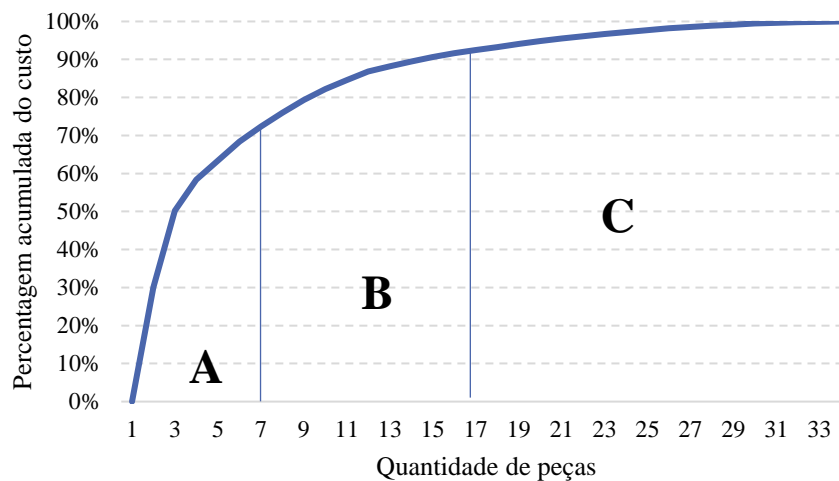


Figura 4.26 – Curva da análise ABC

Para a peça número 1, apesar de ter um custo anual atual muito elevado, cerca de 93 mil euros, não foi possível estudar a sua troca de embalagem, uma vez que já foi objeto de estudo, por várias vezes, por parte da VW AE. Devido às suas características, à sua movimentação interna e modo como é manuseada na linha, não é possível obter uma solução em cartão, sendo assim uma hipótese a rejeitar e a não avaliar.

A peça número 2 tem um custo anual também considerado elevado, isto é, maior que 10 mil euros anuais. No entanto, a partir da análise dos custos de transporte na base de dados, esta troca para embalagem de cartão aumenta os custos de transportes e, portanto, não foi considerada.

Assim, as duas peças a serem analisadas e que também se encontram na classe A, são as peças números 3 e 4, que serão descritas de seguida e analisados os respetivos custos.





As restantes peças da classe A não são analisadas nesta dissertação para esta não se tornar demasiado extensa. No entanto, seriam feitos os mesmos passos.

#### 4.7.2 Características das peças selecionadas

As duas peças selecionadas têm as características descritas na Tabela 4.2. A peça número 3 é o símbolo traseiro da Volkswagen do Scirocco, com a parte da frente metalizada. O seu fornecedor é da Alemanha e é transportada numa embalagem do tipo especial, que tem de ser devolvida ao fornecedor. A peça número 4 é o tubo de refrigeração do *underbody* do MPV (Sharan e Alhambra) e é frágil devido ao seu material ser alumínio. O seu fornecedor é da Hungria e a embalagem é designada como uma embalagem especial universal porque, apesar de ter que voltar para o fornecedor, é utilizada também noutras fábricas. Assim,

quando é necessária a sua utilização, a embalagem é enviada para países mais perto do que a Hungria.

Tabela 4.2 - Características das peças selecionadas

Nº da Peça	Peça	Material	Descrição	País do Fornecedor	Tipo Embalagem	Embalagem
3		Metal	Símbolo traseiro do Scirocco	Alemanha	Especial	
4		Metal	Tubo de refrigeração do under body do MPV	Hungria	Especial Universal	

#### 4.7.3 Custos de transporte das peças

Numa folha de cálculo, adaptada da já existente no planeamento logístico da VW AE, foram introduzidos todos os dados necessários para se obter o custo total de transporte das peças números 3 e 4.

Os primeiros dados a introduzir e necessários para os cálculos foram:

- Part-number* (1) (neste caso indica-se apenas o número da peça referente ao caso de estudo);
- Modelo do carro em que é utilizada a peça (2);
- Nome do fornecedor, o seu código e país (3-5);
- Referência da embalagem utilizada (6);
- Dimensões e tara da embalagem (7-11);
- Peso da peça (12);
- Número de peças por embalagem e por palete (13 e 14);
- Número de peças utilizadas no carro (15);
- Porcentagem do volume de utilização da peça nos carros (16);
- Produção anual (17);
- Frequência semanal de *inbound* e *outbound* (18 e 19).

As Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 mostram os dados introduzidos para a peça número 3, o que foi feito da mesma forma, para a peça número 4.

Foi necessário calcular, também, o número de peças por ano (20), que corresponde à aproximação, por excesso, do produto entre o número de peças por carro (15), a percentagem

de volume de utilização (16) e a produção anual (17); e o número de embalagens por ano (21), que é calculado através do quociente entre o valor anterior (20) e o número de peças por embalagem (13). Estes valores encontram-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.3 – Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte I)

Nº da peça (1)	Modelo (2)	Nome do fornecedor (3)	Código do fornecedor (4)	País do fornecedor (5)	Referência da embalagem (6)
3	Scirocco	A	B	DE	510637

Tabela 4.4 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte II)

Comprimento (m) (7)	Largura (m) (8)	Altura inbound (m) (9)	Altura outbound (m) (10)	Tara (kg) (11)
1,20	1,00	0,99	0,99	77,50

Tabela 4.5 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte III)

Peso/Peça (kg) (12)	Nº peças/embalagem (13)	Nº peças/paleta (14)	Nº peças/carro (15)
0,16	18	720	1

Tabela 4.6 - Exemplo dos dados iniciais necessários para os custos de transporte da peça número 3 (parte IV)

Volume de utilização (%) (16)	Produção anual (17)	Frequência semanal (inbound) (18)	Frequência semanal (outbound) (19)
100	11 240	1	1

Tabela 4.7 – Número de peças e embalagens anuais da peça número 3

Nº de peças/ano (20)	Nº de embalagens/ano (21)
11 240	625

Posteriormente foi calculado o volume por paleta *inbound* (22, Tabela 4.8), que é o produto dos valores nas colunas (7), (8) e (9), da Tabela 4.3; o peso bruto por embalagem *inbound* (23), que resulta da adição da tara (11) com o produto do peso por peça (12) pelo número de peças por paleta (14). A coluna número (24) representa um peso taxável, que é fornecido por

uma das responsáveis dos transportes da VW AE. O volume por paleta *outbound* (25) corresponde ao produto das colunas (7), (8) e (10), sendo o seu peso taxável (26), também um valor fornecido.

Tabela 4.8 – Volume da paleta e peso da embalagem, em *inbound* e *outbound* da peça número 3

Volume/embalagem ( <i>inbound</i> ) (m <sup>3</sup> )	Peso bruto/embalagem ( <i>inbound</i> ) (kg)	Peso taxável ( <i>inbound</i> ) (kg)	Volume/Paleta ( <i>outbound</i> ) (m <sup>3</sup> )	Peso taxável ( <i>outbound</i> ) (kg)
(22)	(23)	(24)	(25)	(26)
1,19	80,43	297	1,19	297

O número de embalagens *inbound*, por semana (27, Tabela 4.9) resulta da aproximação, por excesso, do quociente entre o número de embalagens por ano (21) e o número de semanas uteis no ano, 44. Por sua vez, o número de embalagens *inbound* por recolha (28), é calculado pela aproximação, por excesso, do quociente entre o valor obtido anteriormente na coluna (27) e a frequência semanal (18). O volume por recolha (29) corresponde ao produto da coluna (28) pela coluna (22), sendo que o peso por recolha (30) se obtém efetuando o produto da coluna (28) pela coluna (23). Relativamente aos valores *outbound* (Tabela 4.10), foram calculados segundo os mesmos princípios, utilizando os respetivos valores.

Tabela 4.9 – Valores de *inbound* para a peça número 3

Nº embalagens/semana ( <i>inbound</i> )	Nº embalagens/ recolha ( <i>inbound</i> )	Volume/recolha ( <i>inbound</i> ) (m <sup>3</sup> )	Peso/recolha ( <i>inbound</i> )(kg)
(27)	(28)	(29)	(30)
15	15	17,82	1206,51

Tabela 4.10 – Valores de *outbound* para a peça número 3

Nº embalagens/semana ( <i>outbound</i> )	Nº embalagens/recolha ( <i>outbound</i> )	Volume/recolha ( <i>outbound</i> ) (m <sup>3</sup> )	Peso/recolha ( <i>outbound</i> ) (kg)
(31)	(32)	(33)	(34)
15	15	17,82	1162,50

Para se obter os custos totais de transporte por recolha, isto é, o custo de ir recolher/levantar as peças, por peça e por carro, foi necessário calcular, anteriormente, os custos *inbound* e *outbound*, respetivos. Assim, na Tabela 4.11 estão apresentados os custos *inbound* e na Tabela 4.12 os custos *outbound*.

### 1) Custos de transporte *inbound*

O custo de transporte *inbound* por recolha (35) é um valor fornecido por uma das responsáveis dos transportes da VW AE. Sabe-se que este valor é o máximo entre o volume e peso *inbound*, face às capacidades do camião e é sobre este valor que é taxado o transporte. Relativamente ao custo de transporte por peça (36), este é obtido a partir de um quociente, onde o numerador é o valor da coluna número (35) e o denominador, o produto da coluna número (28) pela (13). Por fim, o custo de transporte por carro (37) resulta do produto entre o valor anterior (36) e as colunas números (15) e (16), a dividir por 100.

Tabela 4.11 – Custos de *inbound* da peça número 3

Custo de transporte/recolha ( <i>inbound</i> ) (€)	Custo de transporte/peça ( <i>inbound</i> ) (€)	Custo de transporte/carro ( <i>inbound</i> ) (€)
(35)	(36)	(37)
362,43	1,34	1,34

### 2) Custos de transporte *outbound*

O custo de transporte *outbound* por recolha (38) é facultado da mesma forma que o valor *inbound*. O custo por peça (39) e o custo por carro (40), são calculados do mesmo modo que os valores das colunas (36) e (37), respetivamente, tendo em conta os valores *outbound*.

Tabela 4.12 – Custos de *outbound* da peça número 3

Custo de transporte/recolha ( <i>outbound</i> ) (€)	Custo de transporte/peça ( <i>outbound</i> ) (€)	Custo de transporte/carro ( <i>outbound</i> ) (€)
(38)	(39)	(40)
188,87	0,70	0,70

Após os cálculos dos custos *inbound* e *outbound*, ambos são somados, de forma a obter-se o custo de transporte total por recolha (41), por peça (42) e por carro (43), como mostra a Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Custos totais da peça número 3

Custo de transporte total/recolha (€)	Custo de transporte total/peça (€)	Custo de transporte total/carro (€)
(41)	(42)	(43)
551,30	2,04	2,04

Seguindo o mesmo raciocínio para a peça número 4, obtêm-se os valores da Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Custos totais da peça número 4

Custo de transporte total/recolha (€)	Custo de transporte total/peça (€)	Custo de transporte total/carro (€)
(41)	(42)	(43)
93,15	0,35	0,10

Assim, para as duas peças seleccionadas, os custos de transporte por peça e por ano, estão apresentados na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Custos de transporte das peças seleccionadas

Nº da Peça	Custo de transporte/peça (€)	Custo de transporte/ano (€)
3	2,04	22 950,41
4	0,35	6 873,54

O custo de transporte anual, para cada peça, é obtido multiplicando o custo de transporte por carro (Tabelas 4.13 e 4.14) pela produção anual respetiva. A peça número 3 tem um custo de transporte muito elevado, devido à sua embalagem ser especial e ter que retornar ao fornecedor, ao contrário da peça número 4, cuja embalagem, também especial, na maioria das vezes, não é devolvida ao fornecedor, por ser necessária noutras fábricas, mais perto da VW AE.

#### 4.7.4 Custos de aluguer das embalagens

Para o cálculo do custo de aluguer das embalagens existentes na VW AE, recorreu-se à ajuda da pessoa responsável por esses custos, para se obter o custo de aluguer da embalagem por peça, por carro e o anual.

Na base de dados utilizada para este estudo encontram-se todos os valores de aluguer das embalagens, conforme o exemplo na Tabela 4.16, para a peça número 3. A partir do custo de aluguer por peça (44) é possível obter-se o custo de aluguer por carro (45), calculando o

produto do primeiro pela percentagem de utilização no respetivo modelo do carro (16). O custo anual do aluguer da embalagem (46), é obtido através do produto do anterior (45) pela produção anual (17).

*Tabela 4.16 – Custos de aluguer da embalagem da peça número 3*

Custo de aluguer/peça (€)	Custo de aluguer/carro (€)	Custo de aluguer/ano (€)
(44)	(45)	(46)
0,14	0,14	2 135

Para as duas peças seleccionadas obtiveram-se os custos de aluguer das embalagens que constam na Tabela 4.17.

*Tabela 4.17 – Custos de aluguer das embalagens das peças seleccionadas*

Nº da Peça	Custo de aluguer de embalagem/peça (€)	Custo de aluguer de embalagem anual (€)
3	0,14	2135
4	0,15	11 856

O custo anual de aluguer da embalagem da peça número 3 é muito inferior ao custo de aluguer da embalagem da peça número 4.

#### 4.7.5 Armazenagem das peças

É também preciso ter em conta a armazenagem, uma vez que é diferente armazenar uma embalagem de cartão ou uma embalagem de plástico ou metal. A diferença de alturas de empilhamento entre as embalagens de cartão e duráveis é considerável. Por isso, é um dos objetivos deste estudo determinar a área necessária de armazenagem para as duas embalagens e analisar estas diferenças.

Para tal, foi necessário recolher dados sobre o tipo de armazenagem para cada peça, o número máximo de níveis de empilhamento por tipo de embalagem e o *stock* de segurança, tal como representado na Tabela 4.18, para as embalagens das peças 3 e 4.



Tabela 4.18 – Dados necessários para o cálculo dos custos de armazenagem das peças selecionadas

Nº da Peça	3	4
Tipo de armazenagem	Estante	Empilhamento
Nº de peças/embalagem	18	54
Nº de peças/dia	70	370
Nº de embalagens/paletes	40	1
Stock de segurança (s) (dias)	3	2,5
Nº paletes por lote a armazenar (Q1)	1	14
Nº paletes por lote a armazenar (Q2)	-	21
Profundidade de uma fila de armazenagem (x)	1	1
Nível de armazenagem (z)	9	5
Nº de filas de armazenagem (y1)	-	3
Nº de filas de armazenagem (y2)	-	5
Afastamento lateral (c) (m)	0,1	0,05
Largura do corredor (A) (m)	3	5,1
Profundidade do espaço de ventilação (f) (m)	0,4	-
Comprimento da embalagem (L) (m)	1,2	2,4
Largura da embalagem (W) (m)	1	0,8
Largura da pruma das estantes (r) (m)	0,12	-

### 1) Armazenagem da peça número 3

Para se obter o *stock* de segurança (s), em número de paletes, é necessário, primeiramente, calcular-se o número de peças necessárias para os três dias de *stock* de segurança, de acordo com a equação 4.1.

$$3 \text{ dias} \times 70 \text{ peças/dia} = 210 \text{ peças} \quad (4.1)$$

Sabendo o número de peças necessárias para os três dias de *stock* de segurança e o número de peças por cada embalagem, obtém-se o número de embalagens necessárias, como representado na equação 4.2.

$$\frac{210 \text{ peças}}{18 \text{ peças/embalagem}} = 12 \text{ embalagens} \quad (4.2)$$

Utilizando o resultado obtido da equação 4.2 e sabendo a quantidade de embalagens por paleta, calcula-se o número de paletes de *stock* de segurança (s), de acordo com a equação 4.3.

$$S = \frac{12 \text{ embalagens}}{40 \text{ embalagens/paleta}} = 1 \text{ paleta} \quad (4.3)$$

Uma vez que o número de paletes ( $Q_1$ , Tabela 4.18) é reduzido, é possível, através da equação 3.2, determinar a área média necessária para armazenar um lote de peças número 3 ( $S_{SDSS}$ ), equação 4.4.

$$S_{SDSS} = \frac{1\left(1 + \frac{0,12}{3} + \frac{4 \times 0,1}{3}\right)[1,2 + 0,5(3 + 0,4)](1 + 2 \times 1 + 1)}{2(1 + 1)9} = 0,38 \text{ m}^2 \quad (4.4)$$

## 2) Armazenagem da peça número 4

Do mesmo modo que se calcula o *stock* de segurança, em número de paletes, para a peça número 3, também se calcula para a peça número 4. Assim, o número de embalagens do *stock* de segurança é calculado através da equação 4.5.

$$\frac{2,5 \text{ dias} * 370 \text{ peças/dia}}{54 \text{ peças/embalagem}} = 18 \text{ embalagens} \quad (4.5)$$

Por conseguinte, o número de paletes do *stock* de segurança, é calculado através da equação 4.6.

$$\frac{18 \text{ embalagens}}{1 \text{ embalagem/paleta}} = 18 \text{ paletes} \quad (4.6)$$

Uma vez que a VW AE recebe por duas vezes, lotes de quantidades diferentes de paletes ( $Q_1$  e  $Q_2$ , Tabela 4.18), calcula-se duas áreas distintas. Como o número de paletes é reduzido, através da equação 3.1, obtém-se a área média necessária para armazenar cada lote de peças número 4 ( $S1_{SDSS}$  e  $S2_{SDSS}$ ), equações 4.7 e 4.8.

$$S1_{SDSS} = \frac{5(0,8 + 0,05)(1 \times 2,4 + 0,5 \times 5,1)[2(14 + 18) - 1 \times 5 \times 5 + 1 \times 5]}{2(14 + 18)} = 14,46 \text{ m}^2 \quad (4.7)$$

$$S_{2SDSS} = \frac{5(0,8+0,05)(1 \times 2,4 + 0,5 \times 5,1)[2(21+18) - 1 \times 5 \times 5 + 1 \times 5]}{2(21+18)} = 15,64 \text{ m}^2 \quad (4.8)$$

Fazendo a média dos valores obtidos nas equações 4.7 e 4.8, equação 4.9, obtém-se a área média ocupada.

$$\bar{S}_{SDSS} = \frac{14,46 + 15,64}{2} \approx 15,05 \text{ m}^2 \quad (4.9)$$

Em suma, para as duas peças seleccionadas, números 3 e 4, as áreas de armazenagem ocupadas por cada lote são respetivamente de 0,38 m<sup>2</sup> e 15,05 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.6 Movimentação das peças

Existem alterações na movimentação interna caso o número de peças por embalagem seja diferente, isto é, o facto de o material vir numa embalagem diferente pode corresponder a um acondicionamento também diferente e ser possível acomodar mais ou menos peças nessa embalagem. Isto traduz-se numa diminuição ou aumento das deslocações feitas pelos operadores. As movimentações consideradas e os respetivos custos, para este caso de estudo, são apenas relativas ao transporte das peças desde o LOZ até ao POF.

Na Tabela 4.19 mostram-se os dados relativos às duas peças (números 3 e 4). O número de peças por ano corresponde ao produto do número de dias de trabalho durante o ano de 2016 na VW AE, 205 dias, pelo número de peças por dia necessárias. O número de movimentações feitas à linha, por dia, é obtida através do quociente entre o número de peças por dia necessárias e o número de peças que cada embalagem contém. Para se obter o número de movimentações anuais, calcula-se o produto do valor anterior pelos 205 dias.

*Tabela 4.19 – Dados das movimentação das peças seleccionadas*

Nº da Peça	3	4
Nº de peças/embalagem	18	54
Nº de peças/dia	70	370
Nº de peças/ano	14 350	75 850
Nº de movimentações/dia	4	7
Nº de movimentações/ano	820	1 435

Uma vez que são consumidas mais peças número 4 do que número 3, são feitas menos movimentações no transporte desta última para a linha.

Após o consumo das embalagens, estas são transportadas de volta para o LOZ, onde são totalmente limpas. Posteriormente, e uma vez que se tratam de embalagens retornáveis de plástico são capazes de se colapsarem e agruparem, são colocadas numa zona de carga para as transportarem para o armazém dos vazios e esperarem que chegue um transportador para as levar. Todo este processo não está contabilizado nas movimentações.

#### 4.7.7 Emissões de CO<sub>2</sub> resultantes do transporte

Uma vez que o modo rodoviário é o modo mais poluente, existe uma preocupação com as suas emissões de CO<sub>2</sub> (Grant, 2016, p. 215). Para um *megatrailer* (camião utilizado pela VW AE em 60 por cento dos casos), cujas dimensões são 13,6 × 2,48 × 3,00 m e com capacidade para transportar até 25 toneladas, assume-se que, por cada quilómetro percorrido, a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub>, segundo os dados fornecidos pela VW AE, é de 0,067 kg/km.

Sabendo a distância percorrida, que cada camião faz duas viagens, uma para fornecer a VW AE e outra para levar as embalagens vazias e o número de viagens feitas durante um ano, calcula-se a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub>, representadas na Tabela 4.20.

Segundo o *site* da Epayplus (2014), uma folha de papel A4, corresponde a 6,8 gramas de CO<sub>2</sub>, o que significa que as emissões anuais de CO<sub>2</sub>, do transporte da peça número 3 equivalem a, aproximadamente, 3 126 resmas de papel e 22 681 resmas de papel para a peça número 4. Estes valores também estão representados na Tabela 4.20.

*Tabela 4.20 – Quantidade de emissões de Co2 por km no transporte das peças seleccionadas e equivalência em resmas de papel*

	<b>Distância percorrida/viagem(km)</b>	<b>Nº de viagens/ano</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> /ano</b>	<b>Resmas de papel A4</b>
<b>Peça nº 3</b>	4 532	35	10 628	3 126
<b>Peça nº 4</b>	6 188	186	77 115	22 681

## 4.8 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A análise e seleção das peças para o caso de estudo começou pela identificação dos principais fatores que contribuíam para a rejeição de peças em embalagens de cartão, tais como,

dimensões, características, transporte e manuseamento. Os custos envolvidos na substituição das embalagens atuais da VW AE pelas embalagens de cartão são os custos de transporte, de aluguer de embalagem, pois com as embalagens atuais, a VW AE tem de alugar as embalagens por estas não serem sua propriedade e custos de *BPrice*, para alguns casos em que os fornecedores tenham de fornecer as embalagens de cartão. Os custos prioritários e mais elevados para a VW AE são os de transporte e de aluguer de embalagem, tendo sido feita uma análise ABC com estes custos e selecionadas duas peças, que se encontravam na classe A. Para estas peças também se analisou o impacto na armazenagem, isto é, qual a área média de armazenagem ocupada por ambas as embalagens e o impacto na movimentação, número de movimentações anuais feitas. No final, fez-se uma comparação aos dois cenários, com embalagem atual e com embalagem de cartão.



## 5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se propostas de melhoria com o objetivo de reduzir os custos logísticos. Após a análise dos dados relativos aos três grupos de peças, as que vêm em embalagem especial, as de fornecedores distantes e as que têm custos *outbound* elevados, e da consequente seleção de dois exemplos, foram analisados detalhadamente os respectivos custos e testada a embalagem de cartão alternativa. Foi também desenvolvido um modelo em folha de cálculo, onde é possível obter os custos de transporte e de embalagem, assim como o valor máximo que se deve negociar para a embalagem alternativa de cartão, de modo a não se obter prejuízo. Com o modelo, é possível, para peças atuais e futuras, realizar uma análise rápida e geral da poupança que pode trazer para VW AE a troca da embalagem atual por uma de cartão.

### 5.1 PROPOSTA 1: EMBALAGEM DE CARTÃO PARA A PEÇA NÚMERO 3

#### 5.1.1 Análise do custo de transporte

O custo de transporte das embalagens de cartão tem apenas em conta a viagem desde o fornecedor até à VW AE, não sendo da responsabilidade da fábrica o seu regresso ao fornecedor. Para o cálculo do custo de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão, foram tidos em conta os mesmos princípios utilizados para o cálculo do custo de transporte atual, iniciando-se da mesma forma, com o preenchimento da folha de cálculo, relativo às características da peça e embalagem de cartão. Nas Tabelas 5.1 a 5.5 encontram-se os respectivos dados.

Tabela 5.1 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte I)

Nº da peça (1)	Modelo (2)	Nome do fornecedor (3)	Código do fornecedor (4)	País do fornecedor (5)	Embalagem (6)
3	Scirocco	A	B	DE	Cartão

Tabela 5.2 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte II)

Comprimento (m) (7)	Largura (m) (8)	Altura inbound (m) (9)	Altura outbound (m) (10)	Tara (kg) (11)
1,20	1,00	1,00	0	1,00

Tabela 5.3 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte III)

Peso/Peça (kg) (12)	Nº peças/embalagem (13)	Nº peças/paleta (14)	Nº peças/carro (15)
0,16	25	1 000	1

Tabela 5.4 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão (parte IV)

Volume de utilização (%) (16)	Produção anual (17)	Frequência semanal (inbound) (18)	Frequência semanal (outbound) (19)
100	11 240	1	0

Tabela 5.5 – Número de peças e embalagens anuais da peça número 3, em embalagem de cartão

Nº de peças/ano (20)	Nº de embalagens/ano (21)
11 240	450

As diferenças entre os valores atuais e os da embalagem de cartão são a tara da embalagem (uma embalagem de cartão é muito mais leve do que uma embalagem de plástico ou metal); o número de peças por embalagem e consequentemente o número de peças por paleta; a frequência semanal de *outbound* (que, para este caso, não existe e, portanto, é zero); e o número de embalagens anuais (uma vez que vêm mais peças por embalagem, são necessárias menos embalagens durante um ano).

Uma vez que existem diferenças nos dados introduzidos, os restantes valores são afetados, procedendo-se do mesmo modo que para a embalagem atual, para se calcularem (secção 4.7.3). Para se obterem os custos totais de transporte da peça número 3, em embalagem de cartão, por recolha, peça e carro, calculam-se novamente os custos de *inbound* e *outbound*, sendo que, neste caso, todos os custos de *outbound* são zero. A Tabela 5.6 apresenta os custos de *inbound* e a Tabela 5.7 os custos de *outbound*.

Tabela 5.6 – Custos de inbound da peça número 3, em embalagem de cartão

Custo de transporte/recolha (inbound) (€) (35)	Custo de transporte/peça (inbound) (€) (36)	Custo de transporte/carro (inbound) (€) (37)
293,12	1,07	1,07



Tabela 5.7 – Custos de outbound da peça número 3, em embalagem de cartão

Custo de transporte/recolha (outbound) (€)	Custo de transporte/peça (outbound) (€)	Custo de transporte/carro (outbound) (€)
(38)	(39)	(40)
0	0	0

Assim, os custos totais são iguais aos custos de *inbound*, como se mostra na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Custos totais da peça número 3, em embalagem de cartão

Custo de transporte total/recolha (€)	Custo de transporte total/peça (€)	Custo de transporte total/carro (€)
(41)	(42)	(43)
293,12	1,07	1,07

Todos os custos diminuíram (Tabelas 4.13 e 5.8), sendo que o custo de transporte por recolha diminui de 551,5 euros para 293,12; o custo de transporte por peça e por carro, de 2,04 euros para 1,07. Multiplicando o valor da coluna (43), da Tabela 5.8, pelo da coluna (17), da Tabela 5.4, obtém-se o custo anual de transporte da peça número 3, que é de 12 059 euros.

### 5.1.2 Análise do custo de *BPrice*

O custo de *BPrice* é um custo que não se sabe antecipadamente se vai existir ou não. Poderá existir, por exemplo, nos casos em que os fornecedores terão de alterar os seus processos ou se tiverem custos extras. É um valor que tem de ser negociado com os fornecedores e pode demorar algum tempo até se chegar a um acordo e, portanto, devido à dificuldade e tempo despendido em negociação, foram estimados os custos das embalagens de cartão presentes no mercado. Com estas estimativas é possível fazer uma análise rápida aos custos e recorrer-se ao modelo desenvolvido, ter uma base de comparação para as futuras negociações e saber qual deverá ser o preço máximo da embalagem de cartão, para que a VW AE não tenha prejuízo com a alteração da embalagem atual para a de cartão.

Para se estimarem estes valores, recorreu-se ao *site* da Manutan, por sugestão do responsável do *BPrice*, para se obterem os preços das embalagens de cartão praticados no mercado (Figura 5.1). De seguida, agruparam-se as embalagens de cartão existentes na VW AE por volume e dividiram-se em três categorias: pequena, média e grande. Para cada categoria, calcularam-se as médias dos custos e obtiveram-se os valores apresentados na Tabela 5.9.

Uma vez que o volume da embalagem da peça número 3 é de 1,20 m<sup>3</sup>, está inserida na categoria «grande», sendo o custo estimado da embalagem de 35 euros, como é possível verificar na Tabela 5.10.

Caixa-paleta de cancelado duplo

Artigos: ( 1 - 5 )

Ordenar por: ▼

Caixa-contentor para paleta - Canelado duplo

Envie embalagens pesadas, volumosas, frágeis e difíceis de manusear

- Canelado duplo antichoque e antiperfuração.
- Robusta: insensível à compressão vertical.
- Caixa-contentor empilhável.
- Para instalar e agramar ou cintar à paleta a fim de consolidar o conjunto.
- Armazenagem horizontal para economizar espaço: 70 caixas-contentor = 1,90 m de altura.
- Disponíveis contentores com ou sem aba rebatível de carga para fácil enchimento.

[Clique aqui para mais informações](#)

☐ Comparar

Desde 9,00 €

Vendido por 1 Unidade

Em stock

Preveremos a entrega em 5 dias úteis

Ver todos os artigos > Disponível em 3 modelos

Figura 5.1 - Site Manutan: preços de embalagens de cartão

Tabela 5.9 – Custos estimados das embalagens de cartão, por categoria

	Cartão	BPrice/Embalagem (€)	Categoria
Volume (m <sup>3</sup> )	[0; 0,034]	1,02	Pequena
	[0,035; 0,438]	9,54	Média
	[0,439; 3[	35,00	Grande

Tabela 5.10 – Custo estimado do BPrice para a peça número 3

Nº da peça	Volume da embalagem de cartão	Categoria	Custo estimado
3	1,20 m <sup>3</sup>	Grande	35,00 €

Através do modelo desenvolvido, é possível saber qual deverá ser o custo máximo da embalagem de cartão, de modo a não provocar prejuízos. Tendo em conta os custos atuais de transporte e aluguer da embalagem e os custos de transporte para a embalagem alternativa de cartão, o valor obtido é de 29,15 euros. O modo como se obteve este custo é explicado na secção 5.3. É possível verificar que o custo máximo obtido é inferior ao custo estimado da

embalagem de cartão e será com base no custo máximo que devem ser feitas as negociações do *BPrice* relativas à embalagem de cartão para esta peça.

### 5.1.3 Análise à armazenagem

Da mesma forma que se calculou a área média para armazenar um lote de peças número 3 na embalagem atual (secção 4.7.5), calculou-se a área média, com embalagens de cartão.

Na Tabela 5.11 encontram-se os dados relativos à armazenagem das embalagens de cartão da peça número 3.

*Tabela 5.11 - Dados relativos à armazenagem da embalagem de cartão da peça número 3*

Embalagem	Cartão
<b>Tipo de armazenagem</b>	Estante
<b>Nº de peças/embalagem</b>	25
<b>Nº de peças/dia</b>	70
<b>Nº de embalagens/paleta</b>	40
<b>Stock de segurança (s) (dias)</b>	3
<b>Nº paletes por lote a armazenar (Q)</b>	1
<b>Profundidade de uma fila de armazenagem (x)</b>	1
<b>Nível de armazenagem (z)</b>	9
<b>Afastamento lateral (c) (m)</b>	0,1
<b>Largura do corredor (A) (m)</b>	3
<b>Profundidade do espaço de ventilação (f) (m)</b>	0,4
<b>Comprimento da embalagem (L) (m)</b>	1,2
<b>Largura da embalagem (W) (m)</b>	1
<b>Largura da pruma das estantes (r) (m)</b>	0,12

A embalagem de cartão é armazenada do mesmo modo que a embalagem atual, em estantes, conseguindo-se acondicionar mais sete peças por embalagem de cartão. À VW AE chega um lote, de uma paleta, de cada vez (Q).

O número de embalagens do *stock* de segurança, é obtido de acordo com a equação 5.1.

$$\frac{210 \text{ peças}}{25 \text{ peças/embalagem}} = 9 \text{ embalagens} \quad (5.1)$$

O número de paletes de *stock* de segurança ( $s'$ ) é determinado de acordo com a equação 5.2.

$$s' = \frac{9 \text{ embalagens}}{40 \text{ embalagens/paleta}} = 1 \text{ paleta} \quad (5.2)$$

Utilizando novamente a equação 3.2, determinou-se a área média necessária para armazenar um lote de peças número 3, em embalagens de cartão ( $S'_{SDSS}$ ), equação 5.3.

$$S'_{SDSS} = \frac{1 \left( 1 + \frac{0,12}{3} + \frac{4 \times 0,1}{3} \right) [1,2 + 0,5(3 + 0,4)] (1 + 2 \times 1 + 1)}{2(1 + 1)9} = 0,38 \text{ m}^2 \quad (5.3)$$

#### 5.1.4 Análise à movimentação

Para se obter o número de movimentações que seriam feitas para a peça número 3, em embalagem de cartão, foi utilizado o mesmo método que para a embalagem atual (secção 4.7.6). Isto é, sabendo o número de peças diárias necessárias e o número de peças por embalagem, consegue-se obter o número de movimentações anuais. Para este caso, o que difere é apenas o número de peças por embalagem, uma vez que a embalagem de cartão pode acondicionar mais sete peças que a embalagem atual (Tabela 5.12). O processo de recolha das embalagens de cartão vazias é totalmente diferente do das embalagens retornáveis. As embalagens de cartão vazias são colocadas em contentores próprios, que se encontram junto à linha de montagem e, quando estes ficam cheios, são transportados para o centro de triagem de resíduos não perigosos. Mais uma vez, reforça-se que só são contabilizadas as movimentações do LOZ para o POF (secção 4.7.6).

Tabela 5.12 – Cálculo das movimentações da peça número 3, em embalagem de cartão

Embalagem	Cartão
Nº de peças/embalagem	25
Nº de peças/dia	70
Nº de peças/ano	14 350
Nº de movimentações/dia	3
Nº de movimentações/ano	615

### 5.1.5 Teste da embalagem de cartão

Após a análise dos custos, tem de ser feito um teste à embalagem de cartão, sendo pedido ao fornecedor que envie uma embalagem de cartão para tal. Este teste é efetuado com a presença de algumas pessoas de alguns departamentos da VW AE, nomeadamente a logística, ergonomia, produção e qualidade. Durante o teste, todos os fatores são considerados, as movimentações internas, a segurança e proteção da peça e se a embalagem está conforme as medidas e a qualidade da peça, entre outros. Os departamentos trocam ideias e tomam decisões, validando ou não a mudança de embalagem. No final, tem de haver acordo entre os vários departamentos para ser tomada a decisão final.

Assim, foi feito o teste para a proposta de embalagem de cartão da peça número 3. As peças chegam, atualmente, dentro de uma embalagem de esferovite, como é possível ver na Figura 5.2 do lado esquerdo, contendo separadores, com uma peça em cada posição, sendo facilmente manuseadas na linha de montagem, onde os operadores apenas têm que retirar a peça e montá-la. Na embalagem de cartão as peças chegam embrulhadas individualmente, tendo os operadores que as desembulhar para as poderem utilizar (Figura 5.2, do lado direito).

Durante o teste foram registadas as seguintes observações por cada departamento:

- **Departamento de Produção** - não aceita esta embalagem;
- **Departamento de Engenharia Industrial** - considera que também não é favorável, uma vez que vai haver um aumento de tempo na operação de montagem;
- **Departamento de Ergonomia** - também não concordou, uma vez que esta embalagem não respeita o princípio «*one touch, one motion*»;
- **Departamento de Qualidade** - não pôs em causa a qualidade da peça, não havendo problema destas peças virem embrulhadas dentro da embalagem de cartão.



Figura 5.2 – Embalagens atual e de cartão da peça número 3

Após a consulta aos vários departamentos, foi pedido um estudo ao Departamento de Engenharia Industrial, de qual seria o aumento de tempo e percentagem de carga para o operador, caso as peças possam vir na embalagem de cartão, uma vez que este tem de realizar mais atividades, particularmente, retirar a peça do papel envolvente.

Caso as peças sejam fornecidas à linha, em embalagem de cartão, o operador terá um aumento de 0,078 minutos por carro. Sabe-se que o custo de ter mais um operador na montagem da VW AE é superior a 25 mil euros anuais. Logo, não compensaria a troca de embalagem. O custo associado a este aumento no tempo de produção do operador é calculado segundo a equação 5.4.

$$11\,240 \text{ peças/ano} \times 0,078 \text{ min/peça} = 876,72 \text{ min/ano} \times 0,22 \text{ euros/min} \quad (5.4) \\ = 192,87 \text{ euros/ano}$$

Ou seja, a produção anual é multiplicada pelos minutos adicionais na produção, de forma a obter-se o total de minutos durante um ano. Sabendo que o custo de um operador por minuto é de 0,22 euros, obtém-se o custo anual para este aumento de tempo na montagem. Após uma comparação dos custos atuais com os custos em embalagens de cartão, é possível decidir se este custo tem impacto ou não.

### 5.1.6 Emissões de CO<sub>2</sub> resultantes do transporte

Segundo o valor da VW AE, a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida, para as características dos camiões mais utilizados para abastecer de peças a VW AE, é de 0,067 kg/km. Uma vez que um dos objetivos da utilização das embalagens de cartão é eliminar o retorno das embalagens vazias, evitando assim custos elevados de *outbound*, isso faz com que as emissões de CO<sub>2</sub> sejam também menores.

Para este caso, a distância percorrida é apenas a distância do fornecedor à VW AE. Assumindo o mesmo número de viagens anuais para ambos os tipos de embalagens, calculou-se a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> (Tabela 5.13). Estas emissões correspondem a 1 563 resmas de papel A4.

*Tabela 5.13 - Quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por km no transporte da peça número 3 em embalagem de cartão e equivalência de folhas em resmas de papel A4*

	<b>Distância percorrida/viagem (km)</b>	<b>Nº de viagens/ano</b>	<b>(kg CO<sub>2</sub>/km) /ano</b>	<b>Resmas de papel A4</b>
<b>Peça nº 3</b>	2 266	35	5 314	1 563

### 5.1.7 Análise comparativa das duas embalagens

Depois de analisados todos os custos logísticos envolvidos na alteração de uma embalagem (custos de transporte, aluguer de embalagem, *BPrice*, armazenagem e movimentação), foi efetuada uma análise comparativa das duas opções, para se poder optar por uma das embalagens.

A embalagem atual apenas acondiciona 18 peças. A embalagem de cartão, no entanto, consegue acondicionar mais 7 peças que a anterior, perfazendo um total de 25 peças, o que corresponde a um aumento de 39 por cento de capacidade. Este aumento do número de peças não põe em causa a qualidade destas (secção 5.1.5) e o aumento de capacidade corresponde a uma mais-valia para a embalagem de cartão. Um maior número de peças por embalagem implica um menor número de movimentações, neste caso, uma redução de 820 (Tabela 4.18) para 615, ou 25 por cento.

As embalagens têm diferentes *stocks* de segurança, em número de embalagens. Para a embalagem atual o *stock* de segurança é 12 embalagens e para a embalagem de cartão 9, o que representa uma redução de 25 por cento de embalagens no *stock* de segurança. A área de armazenagem, todavia, não sofre alteração, devido ao *stock* de segurança, em número de paletes, ser igual (equações 4.3 e 5.2), acabando por ocupar sempre a mesma área, com mais ou menos embalagens por paleta; devido, também, à dimensão das embalagens ser a mesma; e estas terem o mesmo tipo de armazenagem.

Relativamente às emissões de CO<sub>2</sub>, visto que, com a embalagem de cartão só se passará a fazer uma viagem, desde o fornecedor até à VW AE, as emissões serão reduzidas para metade. Por ano, as emissões de CO<sub>2</sub> poderão ser reduzidas em 5314 kg (correspondentes a 1563 resmas de papel A4). Na Tabela 5.14 encontram-se todos os valores acima mencionados.

Tabela 5.14 - Análise comparativa de vários fatores da embalagem da peça número 3

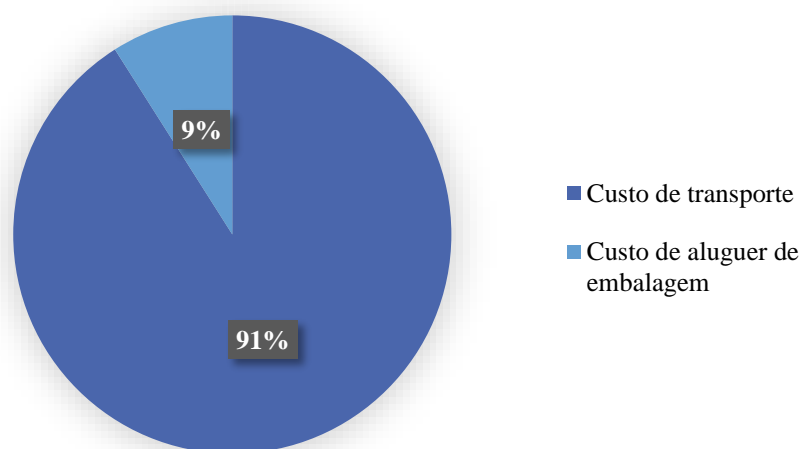
	Embalagem atual	Embalagem de cartão
Nº de peças/embalagem	18	25
Número de movimentações anuais	820	615
<i>Stock</i> segurança (nº de embalagens)	12	9
Área de armazenagem (m <sup>2</sup> )	0,38	0,38
Emissões de CO <sub>2</sub> kg/ano	10 628	5314
Resmas de papel A4/ano	3126	1563

A Tabela 5.15 mostra os custos anuais relativos às duas embalagens, bem como a poupança máxima que pode ser alcançada, caso o fornecedor não cobre o *BPrice* à VW AE. O custo anual de transporte foi obtido através do produto do custo de transporte por carro (Tabelas 4.15 e 5.8) pela produção anual (Tabela 5.4).

O custo anual de transporte que a VW AE suporta, atualmente, representa 91 por cento do custo total atual (transporte + aluguer de embalagem, Tabela 5.15). O custo de aluguer da embalagem representa apenas 9 por cento, como se mostra na Figura 5.3.

*Tabela 5.15 – Análise comparativa dos custos de transporte e de aluguer de embalagem da peça número 3*

	<b>Embalagem atual</b>	<b>Embalagem de cartão</b>
<b>Custo anual de transporte (€)</b>	22 950,41	12 058,90
<b>Custo anual de aluguer de embalagem (€)</b>	2 135,00	-
<b>Total (€)</b>	25 085,41	12 058,90
<b>Poupança (€)</b>	<b>13 026,51</b>	
<b>Poupança (%)</b>	<b>52</b>	



*Figura 5.3 – Percentagem dos custos de transporte e de aluguer da embalagem atuais*

É no custo anual de transporte que se reflete a maior poupança. Com as embalagens de cartão não é necessário haver o retorno das embalagens vazias, o que leva a uma drástica diminuição dos custos de transporte. Neste caso, a redução é cerca de 48 por cento. Este fornecedor, apesar de não ser um dos mais distantes, por se encontrar na Alemanha, tem elevados custos de transporte, também devido à embalagem ser especial e ter que ser devolvida ao fornecedor de origem.



Com o teste da embalagem de cartão para a peça número 3, foi possível o Departamento de Engenharia Industrial verificar que a embalagem de cartão provoca um aumento de tempo no processo, com um custo anual de 193 euros (equação 5.4). A comparação deste custo com as poupanças que a troca de embalagem para cartão traz, resulta na aceitação da troca.

O custo que a VW AE poderá ter com as embalagens de cartão, não está neste momento negociado e, portanto, os únicos custos de que se tem conhecimento são os relativos ao que foi estimado e ao custo máximo que a embalagem de cartão deverá custar à VW AE, respetivamente de 35 e 29 euros (secção 5.1.2).

Na Tabela 5.16 estão apresentadas todas as reduções, em percentagem, que é possível obter em resultado da opção pela embalagem de cartão. É no transporte e nas emissões de CO<sub>2</sub> que se alcançam as maiores percentagens.

*Tabela 5.16 - Resumo das reduções, em percentagem, conseguidas com a utilização da embalagem de cartão para a peça número 3*

	Transporte	Armazenagem	Movimentação	Emissões de CO <sub>2</sub>	Stock de segurança
<b>Redução (%)</b>	48	0	25	50	25

## 5.2 PROPOSTA 2: EMBALAGEM DE CARTÃO PARA A PEÇA NÚMERO 4

### 5.2.1 Análise do custo de transporte

Os cálculos para o custo de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão, foram feitos do mesmo modo que para a peça número 3 (secção 4.7.3). De seguida, nas Tabelas 5.17 a 5.20, são apresentados os dados que foram introduzidos, inicialmente, para a embalagem de cartão da peça número 4.

*Tabela 5.17 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte I)*

Nº da peça (1)	Modelo (2)	Nome do fornecedor (3)	Código do fornecedor (4)	País do fornecedor (5)	Embalagem (6)
4	MPV	C	D	HU	Cartão

Tabela 5.18 – Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte II)

Comprimento (m) (7)	Largura (m) (8)	Altura <i>inbound</i> (m) (9)	Altura <i>outbound</i> (m) (10)	Tara (kg) (11)
2,40	0,80	0,66	0	30

Tabela 5.19 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte III)

Peso/Peça (kg) (12)	Nº peças/embalagem (13)	Nº peças/paleta (14)	Nº peças/carro (15)
0,47	100	100	1

Tabela 5.20 - Dados iniciais para os custos de transporte da peça número 4, em embalagem de cartão (parte IV)

Volume de utilização (%) (16)	Produção anual (17)	Frequência semanal ( <i>inbound</i> ) (18)	Frequência semanal ( <i>outbound</i> ) (19)
30	66 411	2	0

Tabela 5.21 - Número de peças e embalagens anuais da peça número 4, em embalagem de cartão

Nº de peças/ano (20)	Nº de embalagens/ano (21)
19 924	200

Neste caso, as diferenças mais relevantes entre a embalagem atual e a de cartão são a tara da embalagem (172 kg e 30 kg, respetivamente); o número de peças por embalagem (54 e 100); a frequência semanal de *outbound* (2 e 0); e o número de embalagens anuais, que passou de 369 para 200.

Para se obter os custos totais de transporte da peça número 4 em embalagens de cartão, por recolha, peça e carro, calculam-se os custos de *inbound* e *outbound* (secção 4.7.3), sendo que, neste caso, todos os custos de *outbound* são zero. A Tabela 5.22 representa os custos totais, iguais aos custos de *inbound*.

Tabela 5.22 - Custos totais da peça número 4 em embalagem de cartão

Custo de transporte total/recolha (€)	Custo de transporte total/peça (€)	Custo de transporte total/carro (€)
(41)	(42)	(43)
89,61	0,30	0,09

Todos os custos diminuíram (Tabelas 4.14 e 5.22), tendo o custo de transporte por recolha diminuído 3,54 euros; o custo de transporte por peça, 5 cêntimos e por carro, 1 cêntimo. Multiplicando o valor da coluna (43), da Tabela 5.22, pelo da coluna (17), da Tabela 5.20, obtém-se o custo anual de transporte da peça número 4, que é de 6 873 euros.

### 5.2.2 Análise do custo de BPrice

O custo para a embalagem de cartão da peça número 4, foi estudado do mesmo modo que para a peça número 3 (secção 5.1.2). O volume da embalagem da peça número 4 é de 1,27 m<sup>3</sup>, o que corresponde à categoria «grande», das embalagens de cartão (Tabela 5.9), sendo o valor estimado do BPrice de 35 euros, como indicado na Tabela 5.23. Este é um valor estimado e pode não corresponder ao valor real.

Tabela 5.23 - Custo estimado do BPrice para a peça número 4

Nº da peça	Volume da embalagem de cartão	Categoria	Custo estimado
4	1,27 m <sup>3</sup>	Grande	35,00 €

Tendo em conta os custos atuais de transporte e aluguer da embalagem e os custos de transporte para a embalagem alternativa de cartão, o custo máximo é de 64 euros (secção 5.3). Este valor é bastante superior ao custo estimado da embalagem de cartão, proporcionando um intervalo muito mais alargado para a negociação do BPrice da embalagem de cartão, para esta peça.

### 5.2.3 Análise à armazenagem

A área média para armazenar um lote de peças número 4 em embalagens de cartão, é calculada pelo método descrito anteriormente (secção 4.7.5). Na Tabela 5.24 encontram-se os dados relativos à armazenagem da embalagem de cartão, da peça número 4.

A embalagem de cartão é armazenada do mesmo modo que a embalagem atual, por empilhamento e pode conter mais 46 peças. Assume-se que, tal como para a embalagem

atual, as embalagens de cartão da peça número 4, também são recebidas na VW AE por duas vezes, em lotes de quantidades diferentes, 14 e 21 paletes ( $Q_1$  e  $Q_2$ , respetivamente).

*Tabela 5.24 - Dados relativos à armazenagem da embalagem de cartão da peça número 4*

<b>Embalagem</b>	<b>Cartão</b>
<b>Tipo de armazenagem</b>	Empilhamento
<b>Nº de peças/embalagem</b>	100
<b>Nº de peças/dia</b>	370
<b>Stock de segurança (s) (dias)</b>	2,5
<b>Nº paletes por lote a armazenar (<math>Q_1</math>)</b>	14
<b>Nº paletes por lote a armazenar (<math>Q_2</math>)</b>	21
<b>Profundidade de uma fila de armazenagem (x)</b>	1
<b>Nível de armazenagem (z)</b>	3
<b>Nº de filas de armazenagem (<math>y_1</math>)</b>	3
<b>Nº de filas de armazenagem (<math>y_2</math>)</b>	5
<b>Afastamento lateral (c) (m)</b>	0,05
<b>Largura do corredor (A) (m)</b>	5,1
<b>Profundidade do espaço de ventilação (f) (m)</b>	-
<b>Comprimento da embalagem (L) (m)</b>	2,4
<b>Largura da embalagem (W) (m)</b>	0,8
<b>Largura da pruma das estantes (r) (m)</b>	-

O valor do *stock* de segurança é de 10 embalagens (equação 5.5).

$$\frac{2,5 \text{ dias} \times 370 \text{ peças/dia}}{100 \text{ peças/embalagem}} = 10 \text{ embalagens} \quad (5.5)$$

Utilizando o resultado da equação 5.5, obtém-se o número de paletes do *stock* de segurança, equação 5.6.

$$\frac{10 \text{ embalagens}}{1 \text{ embalagem/paleta}} = 10 \text{ paletes} \quad (5.6)$$

Através da equação 3.1, obtém-se a área média necessária para armazenar os lotes de peças número 4 ( $S1'_{SDSS}$  e  $S2'_{SDSS}$ ), equação 5.7.

$$S1'_{SDSS} = \frac{3(0,8+0,05)(1 \times 2,4 + 0,5 \times 5,1)[2(14+10) - 1 \times 3 \times 5 + 1 \times 5]}{2(14+10)} = 9,99 \text{ m}^2 \quad (5.7)$$

$$S2'_{SDSS} = \frac{3(0,8+0,05)(1 \times 2,4 + 0,5 \times 5,1)[2(21+10) - 1 \times 3 \times 5 + 1 \times 5]}{2(21+10)} = 10,59 \text{ m}^2 \quad (5.8)$$

Fazendo a média dos valores obtidos nas equações 5.7 e 5.8, obtém-se o valor 10,29 m<sup>2</sup>, equação 5.9.

$$\bar{S}'_{SDSS} = \frac{9,99 + 10,59}{2} = 10,29 \text{ m}^2 \quad (5.9)$$

#### 5.2.4 Análise à movimentação

A partir do número de peças diárias necessárias e do número de peças por embalagem, obteve-se o número de movimentações anuais (secção 4.7.6). Uma vez que a embalagem de cartão traz mais 46 peças que a embalagem atual, o número de movimentações anuais será menor, diminuindo, conseqüentemente, o custo associado. Com embalagem de cartão serão feitas 820 movimentações. Na Tabela 5.25 estão representados todos os valores envolvidos.

Tabela 5.25 – Cálculo das movimentações da peça número 4, em embalagem de cartão

Embalagem	Cartão
Nº da peça	4
Nº de peças/embalagem	100
Nº de peças/dia	370
Nº de peças/ano	75 850
Nº de movimentações/dia	4
Nº de movimentações/ano	820

### 5.2.5 Teste da embalagem de cartão

Da mesma forma que foi feito o teste da embalagem de cartão para a peça número 3, também foi feito para esta peça.

Atualmente, a peça é transportada numa embalagem durável de metal (Figura 5.5, do lado esquerdo). É uma embalagem que tem em conta a ergonomia do operador, uma vez que tem um recorte pelos lados onde são retiradas as peças, facilitando o seu manuseamento, principalmente para as peças que estão mais afastadas na embalagem. A embalagem de cartão não tem estas características ergonómicas (Figura 5.4, do lado direito).



*Figura 5.4 - Embalagens atual e de cartão da peça número 4*

No teste da embalagem de cartão verificaram-se os seguintes problemas:

- A embalagem continha um selo referindo que não podia ser empilhada – situação que não deve ocorrer, por não permitir otimizar o espaço no armazém e no transporte;
- O cartão deve ser mais resistente e talvez assim já possa ser empilhável;
- A embalagem não deve ter abas, pois não tem espaço suficiente no POF e pode incomodar os operadores. Assim, sugere-se que tenha uma tampa;
- O comprimento da embalagem não serve em nenhuma base existente na fábrica. Uma vez que não é possível reduzir o comprimento da embalagem, para caberem todas as peças, a sugestão é reduzir o tamanho da paleta inferior em 10 cm para poder encaixar nas bases existentes na fábrica;
- Na conversa inicial com o fornecedor, este disse que na embalagem de cartão poderiam vir 100 peças, em vez das 54 da embalagem atual.

A embalagem, no entanto, foi entregue com apenas 54 peças, pelo que os responsáveis por esta peça no Departamento de Qualidade não estiveram presentes, devido à embalagem não chegar com o número de peças correto.

Após esta análise da embalagem de cartão, foi enviado um *email* com estes pontos, ao fornecedor, para saber se é possível efetuar as alterações sugeridas, pois só assim a embalagem pode ser aceite e o processo avançar.

### 5.2.6 Emissões de CO<sub>2</sub> resultantes do transporte

Utilizando o valor da quantidade de CO<sub>2</sub> por quilómetro fornecido pela VW AE (secção 4.7.7), sabendo que a distância do fornecedor à VW AE é de 3 094 km e assumindo que para o abastecimento das embalagens de cartão com esta peça, também se realizam 186 viagens, calcularam-se as emissões anuais de CO<sub>2</sub>, com um valor de 38 557 mil quilos. Este valor equivale a 11 340 resmas de papel A4 (Tabela 5.26).

*Tabela 5.26 - Quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por km no transporte da peça número 4 em embalagem de cartão e equivalência de resmas de papel A4*

	<b>Distância percorrida/viagem (km)</b>	<b>Nº de viagens/ano</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> /ano</b>	<b>Resmas de papel A4</b>
<b>Peça nº 4</b>	3 094	186	38 557	11 340

### 5.2.7 Análise comparativa das duas embalagens

Após análise detalhada dos custos logísticos para a embalagem atual e a embalagem de cartão, foi feita uma comparação entre os custos, de forma a chegar-se a uma conclusão sobre qual a embalagem que traz maiores benefícios económicos e ergonómicos para a VW AE.

Conforme se pode ver na Tabela 5.27, é notória a diferença no número de peças que ambas as embalagens conseguem acondicionar. A embalagem atual acondiciona 54 peças e na embalagem de cartão é possível acondicionar 100, mais 46 peças, um aumento de capacidade de 85 por cento. Durante o teste da embalagem não foi possível analisar a qualidade das 100 peças, uma vez que a embalagem não foi entregue com este número de peças. Não é possível, portanto, saber, por enquanto, se o aumento de 85 por cento de capacidade põe em causa a qualidade das peças.

Assumindo que a embalagem de cartão traz 100 peças, o número de movimentações diárias e anuais diminui, havendo uma redução de 43 por cento no número de movimentações

anuais. Como esta peça tem um consumo diário de 370 peças, isto significa que, por dia, só serão necessárias quatro deslocações, enquanto que para a embalagem atual, são feitas sete.

O *stock* de segurança também se altera, o que é normal, devido ao aumento do número de peças por embalagem. Assim, em vez de serem necessárias 18 embalagens como *stock* de segurança, só serão necessárias 10, o que equivale a uma redução de 44 por cento. Um menor número de embalagens em *stock*, reflete-se numa menor área de armazenagem utilizada. Atualmente, a área de armazenagem para um lote de peças número 4 é de 15,05 m<sup>2</sup>. Com as embalagens de cartão só serão utilizados 10,29 m<sup>2</sup>, o que corresponde a uma diminuição de cerca de 32 por cento. É de notar que a diferença dos níveis de armazenagem das embalagens, 5 para a atual e 3 para a de cartão, não prejudica a área de armazenagem das embalagens de cartão.

Tal como para a peça número 3, o transporte da peça número 4, em embalagem de cartão, será apenas do fornecedor para a VW AE, o que significa, não só uma redução nos custos de transporte, mas também das emissões de CO<sub>2</sub>. Por ano, poderão ser reduzidos 38 558 kg de emissões de CO<sub>2</sub> e poupadas 11 341 resmas de papel A4, o que corresponde a uma redução de 50 por cento nas emissões de CO<sub>2</sub>.

A Tabela 5.28 mostra os custos anuais de transporte e de aluguer de embalagem, para as duas embalagens, bem como a poupança máxima que pode ser obtida, caso o fornecedor não cobre o *BPrice* à VW AE, por fornecer as suas peças em embalagens de cartão. O custo anual de transporte foi obtido através do produto do custo de transporte por carro (Tabelas 4.14 e 5.22) pela produção anual (Tabela 5.20).

*Tabela 5.27 - Análise comparativa de vários fatores da peça número 4*

	<b>Embalagem atual</b>	<b>Embalagem de cartão</b>
<b>Nº de peças/embalagem</b>	54	100
<b>Número de movimentações anuais</b>	1435	820
<b><i>Stock</i> segurança (nº de embalagens)</b>	18	10
<b>Área de armazenagem (m<sup>2</sup>)</b>	15,05	10,29
<b>Emissões de CO<sub>2</sub> kg/ano</b>	77 115	38 557
<b>Resmas de papel A4/ano</b>	22 681	11 340



Tabela 5.28 - Análise comparativa dos custos de transporte e de aluguer de embalagem da peça número 4

	Embalagem atual	Embalagem de cartão
<b>Custo anual de transporte (€)</b>	6 873,54	5 950,43
<b>Custo anual de aluguer de embalagem (€)</b>	11 856,00	-
<b>Total (€)</b>	18 729,54	5 950, 43
<b>Poupança (€)</b>	<b>12 779,11</b>	
<b>Poupança (%)</b>	<b>68</b>	

Para a peça número 4, a redução nos custos de transporte, com embalagem de cartão é de cerca de 13 por cento (Tabela 5.28). O custo anual de aluguer da embalagem é que representa a maior percentagem do custo total atual (transporte + aluguer de embalagem), cerca de 63 por cento, com o custo de transporte a representar os restantes 37 por cento, como se mostra na Figura 5.6, contrariamente ao que se verificou com a peça número 3 (Figura 5.5).

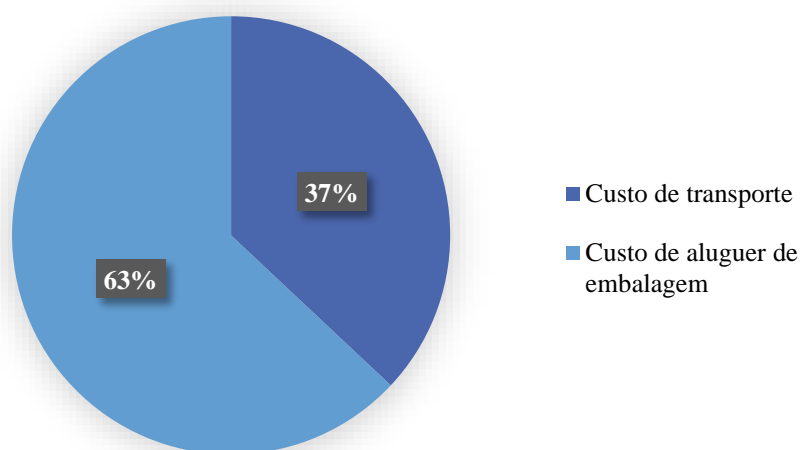


Figura 5.5- Percentagem dos custos de transporte e de aluguer da embalagem atuais

Esta diferença do peso do custo de transporte no custo total é explicada pelo facto desta embalagem, apesar de ser considerada especial, nem sempre regressar ao seu fornecedor de origem, à Hungria. Uma vez que a embalagem é utilizada noutras fábricas, mais próximas da VW AE, esta tenta, sempre que possível, enviar as embalagens vazias para o destino mais próximo, o que, no entanto, nem sempre é possível. O custo elevado de aluguer de embalagem está relacionado com o número de dias que as embalagens estão na posse da VW AE, a partir do momento em que as peças saem do fornecedor. O número de dias em trânsito, bem como o número de dias que a embalagem fica em stock na VW AE são, portanto, contabilizados nesse custo.

Neste momento, não se sabe se a VW AE irá ter um *BPrice* para a embalagem de cartão, sabendo-se apenas o custo estimado, para esta embalagem, que é praticado no mercado e o custo máximo que a embalagem de cartão pode ter, para não haver prejuízo, é de respetivamente de 35 e 64 euros (secção 5.2.2). O custo máximo é maior que o custo estimado, o que significa que a VW AE tem um intervalo mais alargado para a negociação do *BPrice* da embalagem de cartão, para esta peça.

Na Tabela 5.29 são apresentadas todas as reduções, em percentagem, que é possível obter com a utilização da embalagem de cartão. É no *stock* de segurança, movimentação e emissões de CO<sub>2</sub> que se alcançam as maiores percentagens.

*Tabela 5.29 - Resumo das reduções, em percentagem, conseguidas com a utilização da embalagem de cartão para a peça número 4*

	Transporte	Armazenagem	Movimentação	Emissões de CO <sub>2</sub>	Stock de segurança
Redução (%)	13	32	43	50	44

### 5.3 PROPOSTA DE MODELO PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE E EMBALAGEM

Não existe nenhum estudo aprofundado no âmbito deste trabalho, nem nenhum modelo que facilite a análise dos custos e da viabilidade da utilização das embalagens de cartão. Apesar de já terem sido estudadas, pontualmente algumas peças e já estarem a ser recebidas em embalagens de cartão, teve-se uma excelente oportunidade para o desenvolvimento de um modelo para cálculo dos custos de transporte e embalagem.

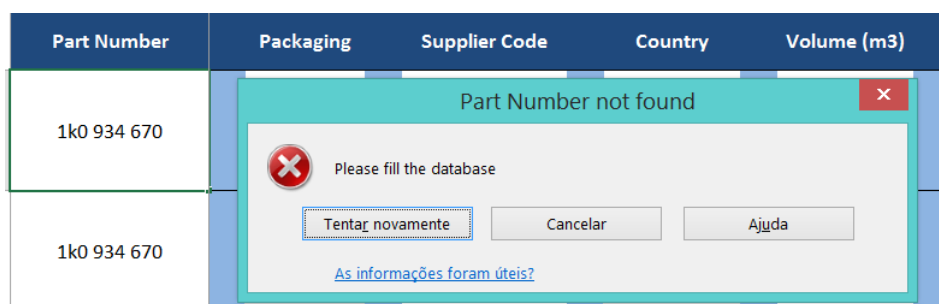
Este modelo permite uma análise geral e rápida, relativamente à troca da embalagem atual por uma de cartão, tendo em conta os custos de aluguer de embalagem e de transporte, obtendo-se o valor da poupança, que pode ser positiva ou negativa. Se for negativa ou abaixo dos 10 mil euros anuais, a hipótese é automaticamente rejeitada, uma vez que não é rentável para a empresa. Se for positiva e acima dos 10 mil euros anuais, a mudança justifica-se, procedendo-se, posteriormente, a uma análise mais detalhada.

O anexo II contém a representação completa do modelo. Segue-se uma explicação de como foi elaborado e o seu funcionamento para o exemplo da peça número 3.

Primeiramente, é inserido o *part-number* na primeira linha da primeira coluna. Caso o *part-number* não exista na base de dados, aparece uma mensagem de erro «*Part-number* não encontrado, por favor preencher na base de dados» (Tabela 5.30). Na base de dados é

necessário introduzir a informação necessária para ser possível obter-se o resultado final. Estes dados são, por exemplo, a referência da embalagem, dimensões e peso.

Tabela 5.30- Mensagem de erro no modelo



Se o *part-number* constar na base de dados, os campos da tabela são preenchidos automaticamente, utilizando a função da folha de cálculo «PROCV», que encontrando o *part-number* na base de dados, retorna os diferentes valores, respetivamente, para a referência da embalagem, código de fornecedor, país e volume da embalagem. Na Tabela 5.31 está ilustrado este exemplo, não estando visível o *part-number* por questões de confidencialidade de informação.

Tabela 5.31 – Exemplo dos primeiros dados inseridos na base de dados, para a peça número 3

Part Number	Packaging	Supplier Code	Country	Volume (m3)
	510637	1252940	Germany	1,188
	Cardboard	1252940	Germany	1,2

De seguida, é necessário introduzir na primeira linha da tabela, correspondente à embalagem atual, qual o tipo de embalagem, isto é, se é especial ou universal, como se apresenta na Tabela 5.32. Para tal, é fornecida uma lista, criada a partir da ferramenta de validação de dados, onde o utilizador terá de selecionar uma das duas opções. Depois de selecionado o tipo de embalagem e utilizando funções criadas em *Visual Basic* (VBA), é obtido, na coluna seguinte, a categoria em que a embalagem se insere: pequena, média ou grande. Estas categorias foram determinadas a partir da ordenação crescente dos diferentes volumes para os diferentes tipos de embalagens que foram, posteriormente, agrupados em categorias. É possível verificar um exemplo desta divisão na Tabela 5.33.

Tabela 5.32 - Exemplo da seleção do tipo de embalagem, para a peça número 3

Type	Category
Special	Medium
Special	Big
Universal	
Cardboard	

Tabela 5.33 - Exemplo da divisão de categorias para embalagem universal

	Universal	Aluguer/dia (€)	Categoria
Volume (m3)	[0; 0,065]	0,01	Pequena
	[0,066; 0,985]	0,08	Média
	[0,986; +∞[	0,50	Grande

Para se obterem os restantes dados, tais como os apresentados na Tabela 5.34, foi utilizada a função «CONCATENAR», para agregar o *part-number* e a referência da embalagem, num só identificador e, posteriormente, a partir da função «PROCV» se obterem os respetivos valores.

Tabela 5.34 – Exemplo dos restantes dados necessários para os cálculos, para a peça número 3

Tara	Part/Pack	Parts/Model	Volume Rates (%)	Production/ Year
77,5	18	1	100,00%	11240
1	25	1	100,00%	11240

Relativamente ao custo por peça, do aluguer da embalagem, representado na Tabela 5.35, existem três opções possíveis.

### 1) O *part-number* existe na base de dados

Isto significa que o valor do aluguer de embalagem é conhecido e, portanto, só foi necessário utilizar a função «CONCATENAR» e «PROCV» para retornar o valor.

### 2) O *part-number* não existe na base de dados

- i. Após o preenchimento dos campos na base de dados, relativos ao *part-number*, a primeira opção é procurar a referência da embalagem na base de dados, através da função «PROCV». Caso esta embalagem exista na tabela predefinida (Tabela 5.36), onde se encontra a maioria das embalagens com os respetivos custos de aluguer por dia, a função irá procurar também o respetivo país para, de seguida, multiplicar o valor de aluguer da embalagem pelo número médio de dias, que essa embalagem fica a cargo da VW AE, para esse país, tal como representado na Tabela 5.37.
- ii. Caso a referência da embalagem não esteja na Tabela 5.36, foram utilizadas funções, previamente programadas em VBA, que, consoante o tipo de embalagem e o seu volume (Tabela 5.33), retornam o respetivo custo médio de aluguer por dia. Este custo é, posteriormente, multiplicado pelo número de dias de aluguer, consoante o país (Tabela 5.37).

Tabela 5.35 – Exemplo dos custos de aluguer de embalagem para a peça número 3

Rental/Part (€)	Rental/Car (€)	Rental/Year (€)
0,141	0,141	2135

Para o custo de aluguer da embalagem por carro (Tabela 5.35) e caso este custo exista na base de dados, apenas foi utilizada a função «PROCV» que retorna, automaticamente, o seu valor. Caso a referência não exista, o custo anterior (de aluguer por peça) foi multiplicado pela percentagem de volume utilizada por essa peça no carro (Tabela 5.34). O custo de aluguer anual foi determinado da mesma forma que o custo de aluguer da embalagem por carro, caso exista na base de dados. Quando não existe, foi multiplicado o custo do aluguer por peça pela produção anual correspondente.

Tabela 5.36 - Parte da tabela relativa às embalagens e seus custos de aluguer diários

Referência da embalagem	Aluguer/Dia (€)
1006	0,03
1210	0,03
15155	0,05
114845	0,05

Tabela 5.37 - Parte da tabela relativa aos dias de aluguer por país

País	Dias de trânsito	Dias de stock de segurança	Dias de aluguer
AUS	15	7	22
BU	23	11	34
CRZ	17	8	25
DE	15	7	22
HU	19	9	28

A Tabela 5.38 apresenta os custos relativos à embalagem de cartão. Para se obter o custo da embalagem de cartão foram utilizadas, novamente, as funções de VBA que retornam o respetivo custo, consoante a categoria da embalagem. Estes valores, tal como referido anteriormente, foram obtidos através de uma estimativa (secção 4.7.4). A este valor é subtraído, ainda, o valor da receita anual que a VW AE tem com a venda do cartão usado (este valor é confidencial). A receita anual obtida da venda do cartão foi calculada a partir do valor por quilograma, isto é, o valor da tara foi multiplicado pelo preço a que o cartão usado é vendido, dividido por mil e pelo número de embalagem anuais.

Tabela 5.38 – Exemplos dos custos de embalagem e BPrice para a peça número 3

Cost/Packaging (€)	BPrice/Year (€)
35,00	15735,96

O valor do BPrice anual depende do custo da embalagem. Foi obtido através da multiplicação do custo unitário da peça, pelo número de peças existentes no carro, pela percentagem de utilização da peça e pela produção anual.

Os custos de transporte por peça e por carro (Tabela 5.39) também são obtidos, automaticamente, pela função «PROCV», caso o *part-number* exista na base de dados. O custo de transporte anual é a multiplicação do custo de transporte por carro pela produção anual. Quando o *part-number* não existir na base de dados, será sempre necessário o preenchimento dos dados relativos aos custos de transporte, uma vez que estes são bastante complexos.

*Tabela 5.39 – Exemplos dos custos de transporte da peça número 3*

Transport/Part (€)	Transport/Car (€)	Transport/Year (€)
2,042	2,042	606,430
1,066	1,066	319,767

O custo total anual da embalagem atual é a soma do custo de transporte anual com o custo de aluguer anual. O custo total anual da embalagem de cartão é a soma do custo de transporte anual com o custo estimado do *BPrice* anual. O modelo indica qual o valor máximo de *BPrice* que a VW AE deve pagar, de forma a não ter prejuízo com a troca de embalagem. Assim, este valor máximo foi calculado subtraindo ao custo total anual atual o custo total anual da embalagem de cartão. O mesmo foi feito para o custo máximo da embalagem de cartão. Estes valores irão facilitar as futuras negociações com os fornecedores. De seguida é indicada qual a poupança anual obtida, mas, uma vez que se está a usar um valor estimado e não o real para o *BPrice*, a poupança poderá não ser positiva. É possível, no entanto, alterar os valores, usando o valor máximo de *BPrice* ou o real, para saber qual será a verdadeira poupança. Estes valores podem ser observados na Tabela 5.40.

Este modelo é de grande interesse para a VW AE, uma vez que poderão rapidamente, fazer uma análise geral aos principais custos (de aluguer de embalagem e de transporte), procedendo de seguida, caso seja uma boa solução, a uma análise mais detalhada de todos os custos envolventes.

Tabela 5.40 – Exemplo do custo máximo de embalagem de cartão, para a peça número 3

TOTAL Cost/Year (€)	Máx BPrice/Year (€)	Máx Packaging Cost (€)	Saving/Year (€)
25085,415			-2631,163
27716,578	13104,801	29,148	

Seguindo o mesmo raciocínio para a peça número 4, o custo máximo para a embalagem de cartão está apresentado na Tabela 5.41.

Tabela 5.41 - Exemplo do custo máximo da embalagem de cartão, para a peça número 4

TOTAL Cost/Year (€)	Máx BPrice/Year (€)	Máx Packaging Cost (€)	Saving/Year (€)
18729,539			5805,772
12923,767	12778,449	64,138	

## 5.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Após análise dos custos de transporte, de *inbound* e *outbound*, associados ao impacto da alteração da embalagem atual para a de cartão e face a estes resultados, foi possível concluir que a implementação da embalagem de cartão, para as peças número 3 e 4, terá um impacto positivo a todos os níveis dos custos logísticos, sendo uma mais-valia para a VW AE.

O modelo que foi desenvolvido permite não só determinar, de forma automática, os custos de transporte e de aluguer da embalagem, para qualquer *part-number* (antigo ou novo), como indica qual o custo máximo para cada embalagem de cartão, de modo a verificarem-se reduções de custos, facilitando, também, as negociações com os fornecedores.



## 6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA O FUTURO

---

### 6.1 CONCLUSÕES

Dada a competição atualmente verificada no mercado automóvel, uma gestão logística mais eficiente e otimizada é, nos dias de hoje, consideravelmente importante, uma vez que é uma das áreas onde os custos ainda podem ser substancialmente reduzidos. A análise e a implementação de novas estratégias são imprescindíveis para a redução dos custos logísticos, com foco principal nos custos de transporte, pois são estes que mais contribuem para os custos logísticos totais.

Foi com este objetivo, a redução dos custos logísticos, que a VW AE propôs a realização de um estudo detalhado da substituição de embalagens retornáveis por embalagens de cartão, por se pensar que as embalagens não retornáveis podem trazer vantagens, a níveis económicos. Esta proposta foi baseada no sucesso obtido por algumas alterações já implementadas, nomeadamente para três casos, onde foi possível alcançar uma poupança total de 119 mil euros anuais. Face a estes resultados, é normal o interesse em se continuar a estudar as embalagens de cartão, sendo necessária uma análise mais aprofundada e detalhada, de modo a identificar os casos com maiores poupanças.

O ponto de partida para a realização desta dissertação foi a análise de três grupos de peças, uma vez que são estes que dão origem a elevados custos de transporte: as que vêm em embalagem especial; as de fornecedores distantes; e as que têm custos elevados de *outbound*, respetivamente 36, 77 e 37 tipos de peças, perfazendo um total de 150 tipos de peças a analisar. Junto dos planeadores da VW AE, foi possível conhecer quais os fatores que contribuíam para a rejeição de algumas peças em embalagem de cartão, nomeadamente o peso, dimensão, função, características, facilidade de manuseamento e ergonomia, tendo sido rejeitadas, logo à partida, 64 tipos peças ou 43 por cento do total de peças em análise. Para as restantes 86 tipos de peças, foram contactados os respetivos fornecedores, de modo a verificar se tinham embalagens alternativas e, se sim, quais as características destas, bem como se aceitariam a mudança da embalagem atual para cartão. Foram aceites 53 tipos de peças, de entre as 86. No final, analisaram-se 33 tipos de peças, devido à não obtenção de respostas dos fornecedores.

Através do desenvolvimento de uma base de dados, numa folha de cálculo, com todas as informações relativas às peças, foram calculados os custos de transporte e de aluguer das embalagens. Uma vez que são estes os custos que têm maior peso nos custos logísticos da VW AE, foi feita uma análise ABC, para classificar as diferentes peças, consoante o peso do seu custo anual atual (transporte + aluguer de embalagem), de modo a obterem-se as peças

com maior potencial de poupança, em resultado da mudança da embalagem atual para uma embalagem de cartão. Obteve-se uma classe A com 20 por cento das peças (7 peças), representando 76 por cento do custo total, isto é, cerca de 123 mil euros. Apesar das duas primeiras peças serem as que têm maiores custos anuais e, por isso, serem as que potencialmente resultariam em maiores poupanças, não foram escolhidas, devido às suas características, à forma como são manuseadas e aos custos de transporte serem mais elevados do que os atuais. Assim, foram selecionadas as peças número 3 e 4. Ambas as peças chegam, atualmente, em embalagens especiais, que têm de retornar aos seus fornecedores, razão pela qual têm elevados custos de transporte.

Para a peça número 3, na embalagem de cartão podem ser acondicionadas 25 peças, em vez de 18, um de capacidade de 39 por cento. Relativamente aos custos de transporte e uma vez que com as embalagens de cartão não será necessário realizar a viagem de volta para o fornecedor, é possível atingir uma redução nos custos de 48 por cento e, conseqüentemente, uma redução de 50 por cento nas emissões de CO<sub>2</sub>. O *stock* de segurança, em número de embalagens, também é reduzido em 25 por cento. Em número de paletes, no entanto, o *stock* de segurança é mesmo, sendo igual a área de armazenagem ocupada por um lote destas peças. O número de movimentações anuais passa de 820 para 615, uma redução de 25 por cento.

Após análise de todos os custos associados ao impacto da alteração da embalagem atual para a de cartão e face a estes resultados, foi possível concluir que a implementação da embalagem de cartão, para esta peça, terá um impacto positivo a todos os níveis dos custos logísticos, sendo uma mais-valia para a VW AE. É de salientar que atualmente a VW AE já está em conversações com o fornecedor destas peças para que, brevemente, sejam fornecidas em embalagens de cartão.

Relativamente à peça número 4, a embalagem de cartão traz 100 peças, em vez de 54, um aumento na capacidade de 85 por cento. Os custos de transporte são reduzidos em 13 por cento e as emissões de CO<sub>2</sub>, em 50 por cento. A redução do número de embalagens do *stock* de segurança passa de 18 para 10 embalagens, uma diminuição de 44 por cento, o que se traduz, também, numa diminuição de 32 por cento da área de armazenagem ocupada por um lote destas peças. O número de movimentações anuais passa de 1435 para 820, uma redução de 43 por cento.

Face a estes resultados e apesar de ainda se estar à espera de uma resposta, por parte do fornecedor, relativamente às alterações físicas da embalagem de cartão, são notórias as poupanças que a alteração da embalagem das peças número 4 traz para a VW AE, sendo uma boa alternativa à embalagem atualmente utilizada.

De um modo geral, ambas as propostas têm impactes positivos para a VW AE, reduzindo os custos logísticos. Na Figura 6.1, é possível comparar, as diferentes percentagens de redução nos impactes, pela alteração da embalagem, para as duas peças.

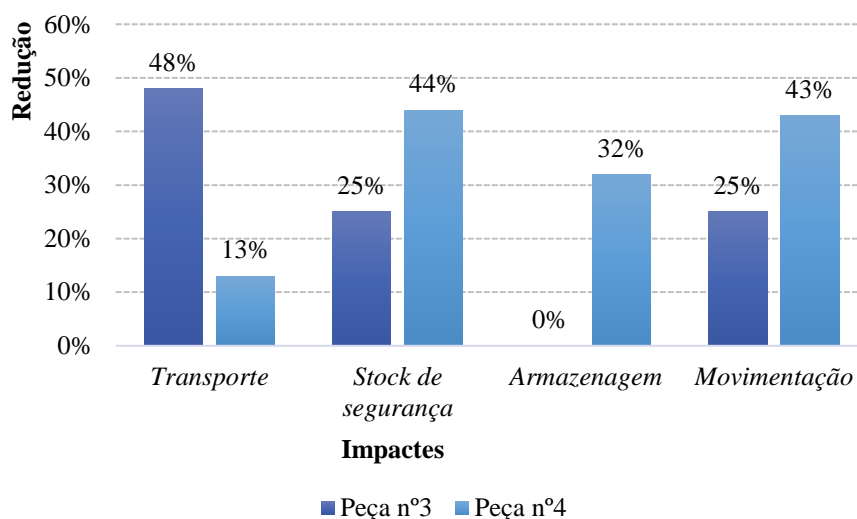


Figura 6.1 – Comparação das percentagens de redução nos diferentes impactes para as duas peças

Conclui-se que cada peça tem um impacte diferente. No que diz respeito aos custos de transporte, a peça número 3 tem uma redução muito mais elevada que a peça número 4. Os custos de transporte da peça número 3 são muito maiores que os da peça número 4, devido à devolução das embalagens vazias, da peça número 3, ser feita para uma distância maior. Por outro lado, a peça número 3 tem um custo de aluguer da embalagem muito inferior ao da peça número 4. Daí existir uma compensação entre as poupanças nos custos de transporte e aluguer das embalagens, sendo a poupança da peça número 3 de 13 026 euros e da peça número 4, 12 779 euros. A peça número 4 é a que tem maiores percentagens de redução nos restantes custos logísticos.

Apesar das propostas apresentadas serem vantajosas e reduzirem os custos, para a maioria das peças, a alternativa da embalagem de cartão não é viável, dado o elevado número de peças rejeitadas no início da análise. Ou seja, é maior o número de insucessos que o número de sucessos e daí ser tão importante a criação de um modelo que permita identificar essas exceções.

O modelo que foi desenvolvido permite não só determinar, de forma automática, os custos de transporte e de aluguer da embalagem, para qualquer *part-number* (antigo ou novo), como indica qual o custo máximo para cada embalagem de cartão, de modo a verificarem-se reduções de custos, facilitando, também, as negociações com os fornecedores. Este modelo é uma ferramenta importante, pois a sua utilização é feita individualmente, para cada peça,

em virtude de cada peça ser um caso, não existindo qualquer ligação entre as peças onde as embalagens de cartão já foram implementadas e as duas peças estudadas nesta dissertação. Assim, deve ser feita uma análise cuidada e detalhada, individualmente, para cada peça.

## 6.2 PROPOSTAS PARA O FUTURO

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, sugerem-se os seguintes pontos:

- Analisar a alternativa, em termos de custo-benefício, do transporte ser feito por comboio e não por camião, sabendo que o modo ferroviário é o mais económico e com menores emissões de CO<sub>2</sub>.
- Analisar a alternativa da VW AE ter o seu próprio sistema de gestão de embalagens, em vez de ser o *Behaltermanagement* a geri-las. Assim, deixariam de ter custos de aluguer de embalagens, pois seriam da propriedade da VW AE. Seria, no entanto, necessário fazer um investimento.
- Estudar, antecipadamente, para todas as peças futuras, as embalagens alternativas e criar uma base de dados para todas as peças, que contenha as características da embalagem atual e da embalagem alternativa. Assim, não seria necessário esperar pela resposta do fornecedor.
- Automatizar a extração do sistema de informação da VW AE, para uma folha de cálculo, de todos os dados necessários das peças e embalagens, para a criação de uma base de dados.
- Melhorar o modelo desenvolvido e programar noutra linguagem, por exemplo, em Java, com o objetivo de o tornar mais *user friendly*.
- Caso se identifiquem mais peças, tanto existentes como futuras, com potencial para se verificarem economias, estudar a capacidade do armazém, atendendo a que as embalagens de cartão têm menores níveis de empilhamento.
- Caso se identifiquem mais peças, tanto existentes como futuras, com potencial para se verificarem economias, estudar, de igual modo, a capacidade do centro de triagem.

- Criar uma base de dados com os contactos de todos os fornecedores, divididos pelos respetivos departamentos e funções, de modo a ser mais fácil a sua identificação e contacto.
- Continuar o estudo das peças e análise dos custos logísticos associados à substituição da embalagem atual por embalagens de cartão, de modo a encontrarem-se mais oportunidades de melhoria.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ADLMAER, D; SELLITTO, M. A. – Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística inversa. 17:2 (2007) 395-406.
- AMARAL, J. – Trade-offs de custos logísticos – [Em linha]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012. [Consult. 2016-04-28]. Dissertação de pós-graduação. Disponível em WWW: <URL: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-12112012-142501/pt-br.php>>.
- BALLOU, R. H. - Basic business logistics. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, NJ: 1987, cap. 1.
- BERNON, M.; CULLEN, J. – An integrated approach to managing reverse logistics. International Journal of Logistics Research and Applications. 10:1 (2007) 41-56.
- BOWEN, F. E.; COUSINS, P. D.; LAMMING, R. C.; FARUKT, A. C.– The role of supply management capabilities in green supply. Production and Operation Management. 10:2 (2001) 174-189.
- BOWERSOX, D. J. - Logistical management: a systems integration of physical distribution management and materials management. MacMillan Publishing: New York, 1978, cap. 1-2. 12-17 e 42-48.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. – Supply chain logistics management. 2.<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 2007.
- CARÔCO, A. – Simulação de uma cadeia logística de transporte de mercadorias – [Em linha]. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2013. [Consult. 2016-04-20]. Dissertação de mestrado. Disponível em WWW: <URL: [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395146026113/n%C2%BA53525\\_Andr%C3%A9%20Car%C3%B4co%20\(tese\).pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395146026113/n%C2%BA53525_Andr%C3%A9%20Car%C3%B4co%20(tese).pdf)>.
- CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. – Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. Journal of Business Logistics. 19:1 (1998) 85-102.
- CARVALHO, J. M. C.– Logística. 3.<sup>a</sup> ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.
- CARVALHO, J. M. C. - Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento. 1.<sup>a</sup> ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2012.
- CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K.; CHOY, K. L. – A systematic approach to manufacturing packaging logistics. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 29:9 (2006) 1088-1101.

CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K.; JAIN, V. – A framework of reverse logistics for the automobile industry. *International Journal of Production Research*. 50:5 (2012) 1318-1331.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. – Supply chain management: strategy, planning, and operations. 2.<sup>a</sup> ed. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2004.

CSCMP – Supply chain management terms and glossary. [Em linha]. Lombard, IL: CSCMP, 2013. [Consult. 2016-02-27]. Disponível em WWW: <URL: [https://cscmp.org/sites/default/files/user\\_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf](https://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf)>.

CZAJKOWSKA, A.; STASIAK-BETLEJEWSKA, R. – Quality management tools applying in the strategy of logistics services quality improvement. *Serbian Journal of Management*. Bor: Sérvia. 10:2 (2015) 225-234.

DA, Q.; HUANG, Z.; ZHANG, Q. – Current and future studies on structure of the reverse logistics system: a review. *Chinese Journal of Management Science*. 12:01 (2004) 131-138.

DAUGHERTY, P. J.; RICHEY, R. G.; GENCHEV, S. E.; CHEN, H. – Reverse logistics: superior performance through focused resource commitments to information technology. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 41:2 (2001) 77-92.

DELOITTE – Automotive supply chain: Unlocking potential cost saving in automotive packaging. (2012).

DETHLOFF, J. - Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problema with simultaneous delivery and pick-up. *OR Spectrum*. 23:1 (2001) 79-96.

EMMETT, S.; SOOD, V. – Green supply chain. An action manifesto. (2010).

FARIA, A. C. – Custos logísticos: uma abordagem na adequação das informações de controladoria à gestão da logística empresarial – [Em linha]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. [Consult. 2016-04-28]. Dissertação de pós-graduação. Disponível em WWW: <URL: [https://books.google.pt/books/about/Custos\\_log%C3%ADsticos.html?id=iueKHAACA AJ&redir\\_esc=y](https://books.google.pt/books/about/Custos_log%C3%ADsticos.html?id=iueKHAACA AJ&redir_esc=y)>.

FEFCO - Corrugated Packaging [Em linha]. [Consult. 2016-03-31] Disponível em WWW: <URL: <http://www.fefco.org/corrugated-packaging>>.

FLECKENSTEIN, T. e PIHLSTROEM, E. – Returnable packaging in the automotive supply chain: from a supplier's perspective. *Jönköping international business school*. (2015).

FLEISCHMANN, M.; BEULLENS, P.; BLOEMHOF-RUWAARD, J. M.; WASSWYNHOVE, L. N. V. – The impact of product recovery on logistics network design. *Production and operations management*. 10:2 (2001) 156-173.



FLEISCHMANN, M.; NUNEN, J. A. E. E. V.; GRAVE, B. – Integrating closed-loop supply chain and spare parts management. 33:6 (2003) 44-56.

GONG, Y. - Stochastic Modelling and Analysis of Warehouse Operations. [Em linha]. Roterdão: Universidade de Roterdão, 2009. [Consult. 2016-04-30]. Tese de Doutoramento. Disponível em WWW: <URL: <http://repub.eur.nl/pub/16724/EPS2009180LIS9058922199Gong.pdf>>.

GRANT, D. B. - Logistics, Supply Chain and Operations Management Case Study Collection. (2016).

GREEN LOGISTICS – What is green logistics?. [Em linha]. Cardiff, País de Gales: Green Logistics, 2010. [Consult. 2016-04-25]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.greenlogistics.org/>>.

GRIGOROUDIS, E.; SISKOS, Y. – Customer satisfaction evaluation: Methods for measuring and implementing service quality. Springer, NY, 2010.

GUDEHUS, T.; KOTZAB, H. – Comprehensive logistics. 2.<sup>a</sup> ed. Springer, 2012.

HALON, J. F.; KELSEY, R. J.; FORCINIO, H. E. – Handbook of package engineering. 3.<sup>a</sup> ed. USA: Technomic Publishing. (1998).

HUSSIN, H.; KAMARULZAMAN, N. H.; ABDULLAH, A. M.; RAHMAN, A. A.– Perceived benefits of green logistics practices by Malaysian food based manufacturers. International business management. 6:5 (2012) 584-589.

JARUPAN, L.; KAMARTHI, S. V.; GUPTA, S. M. – Evaluation of trade-offs in costs and environmental impacts for returnable packaging implementation. Proceedings of the SPIE International Conference on Environmentally Conscious Manufacturing III, Providence, Rhode Island, p. 6-14, October 29-30. (2003).

JAYARAMAN, V.; LUO, Y. – Creating competitive advantages through new value creation: a reverse logistics perspective. Academy of management perspectives. 21: 2 (2007) 56-73.

JEDLIŃSKI, M. – The position of green logistics in sustainable development of a smart green city. Procedia – Social and Behavioral Sciences. 151 (2014) 102-111.

JOHNSSON, M.; JÖNSEN, G. – Packaging logistics – a value added activity in the supply chain that affects pom. First World Conference on Production and Operations Management POM Sevilla. (2000).

JUNIOR, R. – Alguns aspectos da embalagem e a necessidade de integração do marketing com outras áreas da organização. (2006).

KAZAN, h.; ÇİFTÇİ, C.; HOBİKOGLU, E. H. – The fuzzy logic for the selection of the transportation type: a firm application – Wordl conference on technology, innovation and entrepreneurship. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 195 (2015) 1593-1601.

KEARNEY, A. T. – Excellence in Logistics. European supply chains: regional setup needed. (2008).

KOSTER, R.; LE-DUC, T; ROODBERGEN, K. J. – Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European journal of operational research*. 182:2 (2007) 481-501.

KOTLER, P.; ANDREASEN, A.R. – Strategic Marketing for Nonprofit Organization. 7.<sup>a</sup> ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. (2008).

KROON, L.; VRIJENS, G. - Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 25:2 (1995) 56–68.

LAMBERT, D. M. – The development of an inventory costing methodology: a study of the costs associated with holding inventory. [Em linha]. The Ohio State University, 1975- [Consult. 2016-04-29]. Dissertação de doutoramento. Disponível em WWW: <URL: [https://etd.ohiolink.edu/!etd.send\\_file?accession=osu1278611319&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1278611319&disposition=inline)>.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. – Fundamentals of logistics management. Singapura: Irwin McGraw-Hill. (1998).

LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. – A reverse logistics decisions conceptual framework. *Computers & Industrial Engineering*. (2011) 561-581.

LEITE, P.; BRITO, E. - Reverse logistics on returned products: is Brazil ready for the increasing challenge? *Anais do Congresso Balas 2003*. São Paulo. (2003).

LEONARDO, J. – Contributos para o dimensionamento de um armazém: caso de estudo na nutriceal foods [Em linha]. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2015. [Consult. 2016-04-29]. Dissertação de mestrado. Disponível em WWW: <URL: <https://run.unl.pt/handle/10362/17115>>.

LIMA, L.; CAIXETA FILHO, J. - Conceitos e práticas de logística reversa. *Revista Tecnológica*, ano VI, n. 66 (2001) 54-58.

LIVA, P.; PONTELO, V; OLIVEIRA, W. - Logística Reversa. In: *Tecnologia Industrial – Logística*. (2004).

MARA, P. – A importancia da logística para as empresas. [Em linha]. João Pessoa, Brasil: Administradores.com, 2013. [Consult. 2016-02-10] – Início – Artigos – Acadêmico. Disponível em WWW: <URL:<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/a-importancia-da-logistica-para-as-empresas/72607/>>.

- MARINOV, M.; WORONIUK, C. – Simulation modelling to analyse the current level of utilisation of sections along a rail route. *Journal of Transport Literature*. Reino Unido. 7:2 (2013) 235-252.
- MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. – Embalagem, unitização e containerização. 4ª ed. Série manual de logística, vol. 3. São Paulo: IMAM, 2003.
- MOURA, B. J. – Logística: conceitos e tendências. 1.ª ed. Vila Nova de Famalicão: Centro atlântico. (2006).
- MURPHY, P.R. – A preliminary study off transportation and warehousing aspects of reverse distribution. *Transportation Journal*. 25:4 (1986) 12-21.
- NEDELESCU-IONESCU, D.; RUJAN, O. – Why do logistics and transport matter for development. *Annals of the Faculty of Economics*. Oradea, Roménia: Universidade de Oradea. 1:1 (2014) 34-39.
- NHAN, A.; SOUZA, C.; AGUIAR, R. - Logística reversa no Brasil: a visão dos especialistas. *Anais do XXIII ENEGEP*, Ouro Preto. (2003).
- NIKOLAOU, L. E.; EVANGELINOS, K. L.; ALLAN, S. – A reverse logistics social responsibility evaluation framework based on the triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*. 56 (2012) 1-12.
- PACKSIZE – What types of corrugated are there? [Em linha]. 2013. [Consult. 2016-06-06]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.packsize.com/know-your-different-types-of-corrugated-cardboard/>>.
- PAINE, F.A. – The packaging user's handbook. (1991).
- PARVENOV, L. – Expert insight: best practices in warehouse returns. *Supply chain digest*. (2005).
- PIECYK, M.; MCKINNON, A. – Modeling future CO<sub>2</sub> emissions from road freight transport, the case of Great Britain. Lisboa. (2010).
- PORTER, M. E. - Competitive advantage. The Free Press, New York: 1985, cap. 2.
- RANGEL, E. – Logística e exportação: os custos da logística e as empresas exportadoras. [Em linha]. Porto: Fundação AEP, 2012. [Consult. 2016-02-24]. Disponível em WWW: <URL: [http://www.fundacaoep.pt/Documentos/DEBATE%20AO%20ALMO %C3%87° %202020120518%2020APRESENTA%C3%87%C3%83O\\_eduardorangel.pdf](http://www.fundacaoep.pt/Documentos/DEBATE%20AO%20ALMO%20C3%87%202020120518%2020APRESENTA%20C3%87%20C3%83O_eduardorangel.pdf)>.
- RAVI, V.; SHANKAR, R. – Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting & Social Change*. 72 (2005) 1011-1029.

REUSABLE PACKAGING ASSOCIATION (RPA) – What is reusable packaging? [Em linha]. [Consult. 2016-04-04] Disponível em WWW: <URL: <http://reusables.org/choose-reusables/what-is-reusable-packaging>>.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. - An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*. 22:2 (2001) 129-148.

ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. – Going backwards: reverse logistics trends and practices. *Reverse logistics executive*. Pittsburgh, PA. (1998).

ROSS, D. F.– Distribution: planning and control. NY: Chapman e Hall. (1996).

RUSHTON, A.; OXLEY, J.; CROUCHER, P. – The handbook of logistics and distribution management. 2.<sup>a</sup> ed. Londres: Kogan Page. (2000).

SAGHIR, M. – The concept of packaging logistics. Second World Conference on POM and 15<sup>th</sup> Annual POM Conference. (2002).

SILVA, D. A. L.; RENÓ, G. W. S.; SEVEGNANI, G.; SEVEGNANI, T.B.; TRUZZI, O. M. S. – Comparison of disposable and returnable packaging: a case study of reverse logistics in Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 47 (2013) 377-387.

SOPLE, V. V. – Logistics management. The supply chain imperative. 2.<sup>a</sup> ed. 2010. Dorling Kindersley: Pearson.

SPEH, T. W. – Understanding warehouse costs and risks. *Warehousing forum*. 24:7 (2009).

STOCK, J. R. – Reverse logistics. Council of logistics management. Oak Brook, IL. (1992).

STOCK, J.R.; LAMBERT, D. M. – Strategic logistics management. McGraw-Hill, NY. (2001).

STODDARD, A. T. – TCRP Report 154: Developing, enhancing, and sustaining tribal transit services: a guidebook. Washington, D.C.: Transportation research board. (2012).

STOLKA, O. S.– The development of green logistics for implementation sustainable development strategy in companies. 1<sup>st</sup> International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Green Cities. (2014) 302-309.

ST-VINCENT, M. DENIS, D.; IMBEAU, D.; LABERGE, M.– Work factors affecting manual materials handling in a warehouse superstore. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 35 (2005) 33-46.

TEIXEIRA, G. – Otimização de cadeias de abastecimento – [Em linha]. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2014. [Consult. 2016-04-20]. Dissertação de mestrado. Disponível em WWW: <URL: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090413128/Dissertacao.pdf>>.

TEPPRASIT, P.; YUVANONT, P. – The impact of logistics management on reverse logistics in thailand's electronics industry. *Internacional journal of business and information*. (2015) 257-271.

TERESA, G.; EVANGELOS, G. – Importance of logistics services atributes influencing customer satisfaction. 4th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT). (2015).

THE STRONG – Cardboard box. [Em linha]. Rochester, NY: The Strong, 2005. [Consult. 2016-02-10]. Disponível em WWW: <URL:<http://www.toyhalloffame.org/toys/cardboard-box>>.

THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUNEN, J. V.; WASSENHOVE, L. V.– Strategic issues in product recovery management. *California management review*. 37:2 (1995) 114-135.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.– Facilities planning. NJ: John Wiley & Sons, Inc. (2003).

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.– Facilities planning. 2.<sup>a</sup> ed. NJ: John Wiley & Sons, Inc. (1996).

TSENG, Y.; YUE, W. L; TAYLOR, M. A. P. – The role of transportation in logistics chain. *Proceedings of the eastern asia society for transportation studies*. 5 (2005) 1957-1672.

TWEDE, D.; SELKE, S. E. M.; KAMDEM, D. P. – Cartons, crates and corrugated board: handbook of paper and wood packaging technology. 2.<sup>a</sup> ed. Pennsylvania: DEStech Publications. (2015).

UHEREK, E.; HALENKA, T.; BORKEN-KLEEFELD, J.; BALKANSKI, Y.; BERNTSEN, T.; BORREGO, C.; GAUSS, M.; HOOR, P.; JUDA-REZLER, K.; LELIEVELD, J.; MELAS, D.; RYPDAL, K.; SCHMID, S.– Transport impacts on atmosphere and climate: Land transport. *Atmospheric Environmental*. 44:37 (2010) 4772-4816.

VISUALLY – The history of the cardboard box. [Em linha]. 2014. [Consult. 2016-06-6]. Disponível em WWW: <URL: <http://visual.ly/history-cardboard-box>>.

VMGLOG – Gestão intermodal e multimodal. [Em linha]. São José dos Pinhais, Brasil: VMGLog, 2013. [Consult. 2016-03-10] – VMGLog – Serviços – Gestão intermodal e multimodal. Disponível em WWW: <URL: <http://www.vmglog.com.br/gestao-intermodal-e-multimodal/>>.

VOLKSWAGEN AUTOEUROPA – Volkswagen Autoeuropa. [Em linha]. Quinta do Anjo, Portugal: Volkswagen Autoeuropa, 2013. [Consult. 2016-02-04] – Empresa – Quem Somos. Disponível em WWW: <URL:<https://www.volkswagenautoeuropa.pt/empresa/quem-somos>>.

VOLKSWAGEN AUTOEUROPA – O nosso compromisso. [Em linha]. Quinta do Anjo, Portugal: Volkswagen Autoeuropa, 2015. [Consult. 2016-02-10] – Volkswagen Autoeuropa Intranet – Área – Logística – Compromisso. Disponível na Intranet WWW: <URL:<http://www.autoeuropa.emea.vwg/area/logistica/compromisso>>.

VOORTMAN, C. – Global logistics management. Juta academic. 1<sup>a</sup>. ed. (2004).

WBCSD - Biofuels for Transport: An International Perspective. International Energy Agency. (2005).

ZHANG, G.; ZHAO, Z. – Green packaging management of logistics enterprises. Physics procedia. 34 (2012) 900-905.

## Anexo I.

## ACEITAÇÃO DE EMBALAGEM

Volkswagen  
Autoeuropa**Tipo de embalagem**

Código: 0005SCH

Descrição: Cartão

☐ VW Standard☐ Rack de sequência☐ Autoeuropa Standard☐ Rack de decantação☐ Especial☐ Super caixa☒ Outra: \_\_\_\_\_**Objectivo**

(Circuito, ponto de uso, etc.)

Otimização e Aumento de Embalagem

**Peça**

Nº de peça: 1.000.000.000

Descrição: ENTRIEGELUNGSELEM.

Fornecedor: \_\_\_\_\_

**Matriz de aceitação**

Data: 01-07-2016

Área	Nome	Assinatura	Observações
Logística			• o que é isto?
Qualidade	R. Osório	15-06-10	• Não → Falhas
Fornecedor			• Qual é a alteração de engenharia
Par. Logístico			• que suportará o acréscimo de tempo para o operador
Produção	Nuno Sales		• retirar a peça da embalagem e remover as películas que envolvem a peça?
Plan. Produção			•
Segurança Ind.			•
Ergonomia	Natércia Domingues	Natércia Domingues	• - VW Production system: não respeita o princípio "one touch one motion". e o princípio de evitar o desperdício de desembalamento de peças.
Eng. Ind.	Luís Pires	K	• R. Osório - No que respeito ao aspecto funcional do conjunto o parecer é positivo as mudanças, no entanto o mecanismo o parecer da Autoclima Pirelli quanto à sustentação do símbolo.
			• SUGESTÃO: Com tampa e selos adesivos como vem as Autoclima, pedir teste. (da parte da Logística - Autoclima)
			•



Tabela. II.1 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte I)

Part Number	Packaging	Supplier Code	Country	Volume (m3)	Type	Category	Tara
	510637	1252940	DE	1,18	Special	Medium	77,5
	Cardboard	1252940	DE	1,2	Cardboard	Big	1

Tabela. II.2 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte II)

Part/Pack	Parts/Model	Volume Rates (%)	Production/Year	Rental/Part (€)	Rental/Car (€)	Rental/Year (€)	Cost/Packaging (€)
18	1	100,00%	11240	0,141	0,14	2135	
25	1	100,00%	11240				35,00

Tabela. II.3 – Exemplo do modelo para a peça número 3 (parte III)

BPrice/Year (€)	Transport/Part (€)	Transport/Car (€)	Transport/Year (€)	TOTAL Cost/Year (€)	Máx BPrice/Year (€)	Máx Packaging Cost (€)	Saving/Year (€)
	2,042	2,042	22950,415	25085,415			
15735,96	1,066	1,066	11980,614	27716,578	13104,801	29,148	-2631,163